



Universidad
Zaragoza



Escuela Politécnica
Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

Proyecto Fin de Carrera

Estudio del comportamiento de
Cyperus rotundus L. bajo diferentes
acolchados en cultivo de tomate de industria
y su posterior respuesta a la brotación.

Autor

VÍCTOR BARRIENDO OLIVITO

Directores

ALICIA CIRUJEDA RANZENBERGER

JOAQUÍN AIBAR LETE

Titulación

Ingeniero Agrónomo

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE HUESCA

25 ABRIL 2012



A mi madre y a mi hermana



**Mi mayor agradecimiento a las personas cuya
colaboración ha permitido que la realización
de este proyecto fuera posible, especialmente
a Alicia Cirujeda (C.I.T.A.), por su inestimable
ayuda aportando información, ideas
Joaquín Aibar (E.P.S.H), por su infinita paciencia
de corregir en momentos y lugares que invitaban al
descanso y por todo el interés que se tomó desde el
principio, a Carlos Zaragoza (C.I.T.A.), por haberme dado
la oportunidad de trabajar con los ensayos que se
realizan años tras año en el C.I.T.A.. Agradecer también
la ayuda aportada durante la realización de los diferentes
ensayos a María León, Ana Isabel Marí León, Jose María
Royo, Fernando Arrieta, a Jose Ángel Alins, y a David
Gracia y Adrián Aladrén, por sus buenos momentos,
con las arañas y conversaciones futboleras.**

ÍNDICE

| | Pág. |
|--|-----------|
| Dedicatoria..... | i |
| Agradecimientos..... | ii |
| Índice general..... | iii |
| Índice de tablas..... | vii |
| Índice de figuras..... | viii |
| Índice de fotografías..... | x |
| RESUMEN..... | 1 |
| 1.-INTRODUCCIÓN | |
| 1.1- Concepto de mala hierba | 2 |
| 1.1.1.-El género <i>Cyperus</i> | 2 |
| 1.2- Morfología y taxonomía de la juncia..... | 4 |
| 1.2.1 Encuadramiento taxonómico..... | 4 |
| 1.2.2 Descripción botánica..... | 5 |
| 1.2.3 Distribución geográfica y cultivos a los que afecta..... | 10 |
| 1.3.- Exigencias en clima y suelo..... | 11 |
| 1.3.1 Exigencias climáticas..... | 11 |
| 1.3.1.1 Temperatura..... | 11 |
| 1.3.1.2 Luminosidad..... | 12 |
| 1.3.2 Exigencias de suelo..... | 13 |
| 1.3.2.1 Humedad del suelo..... | 13 |
| 1.3.2.2. Textura del suelo..... | 13 |
| 1.3.2.3 Disposición de los tubérculos en el perfil del suelo..... | 13 |
| 1.3.2.4 Sustancias químicas que afectan la brotación..... | 14 |
| 1.4.- Biología de los tubérculos del cyperus rotundus (juncia)..... | 15 |
| 1.5.- Ciclo de vida de cyperus rotundus..... | 19 |
| 1.- Brotación del tubérculo y desarrollo de la planta..... | 20 |
| 2.- Desarrollo vegetativo | 21 |
| 3.- Tuberización..... | 21 |
| 4.- Floración..... | 22 |
| 1.6.- El cultivo de tomate de industria..... | 23 |
| 1.7.- Métodos de control..... | 23 |
| A) Cultural..... | 23 |
| B) Mecánico..... | 24 |
| C) Físico..... | 26 |
| D) Químico..... | 30 |
| E) Biológico..... | 31 |
| F) Integrado..... | 31 |

2.- OBJETIVOS.....32

3.- MATERIALES Y MÉTODOS

ENSAYO 1

3.1.- Localización geográfica del ensayo.....33

3.2. Caracterización del medio físico.....33

3.2.1. Caracterización meteorológica.....33

3.3 Descripción del ensayo.....34

3.4. Desarrollo del ensayo.....38

3.4.1 Descripción de las labores.....38

3.4.1.1 Labores de preparación.....38

3.4.1.2 Formación de las mesas.....38

3.4.1.3 Colocación de las cubetas en las mesas38

3.4.1.4 Colocación de los diferentes acolchados.....39

3.4.1.5 Trasplante de la planta de tomate.....40

3.4.1.6 Aplicación de abonado40

3.5 Parámetros determinados.....41

3.5.1. Conteo de malas hierbas.....41

3.5.2. Determinación de la degradación de los
diferentes acolchados en las filas.....42

3.5.3. Evolución de los tubérculos de *Cyperus rotundus* en las
cubetas.....42

ENSAYO 2

3.0.- Introducción43

3.1 Localización geográfica del ensayo.....43

3.2. Caracterización del medio físico.....43

3.2.1. Caracterización meteorológica.....43

3.3 Descripción del ensayo.....43

3.4. Desarrollo del experimento.....45

3.4.1 Descripción de las labores.....45

3.4.1.1 Relleno de las macetas.....45

3.4.1.2 “Siembra” de los tubérculos.....45

3.4.1.3 Colocación de los diferentes acolchados.....45

3.4.1.4 Trasplante de la planta de tomate y colocación
de los tutores.....46

3.4.1.5 Aplicación de abonado46

3.4.1.6 Riego.....47

| | |
|---|-----------|
| 3.5 Parámetros determinados..... | 48 |
| 3.5.1. Conteo de malas hierbas..... | 48 |
| 3.5.2. Determinación de la degradación de los diferentes acolchados..... | 48 |
| 3.5.3. Desenterrado y determinación del número final, estado y peso de los tubérculos presentes en las macetas..... | 48 |
| 3.5.4. Determinación de la biomasa de la parte aérea de la juncia..... | 49 |
| 3.5.5. Determinación de la biomasa de la parte aérea y raíz del tomate..... | 49 |
| 3.5.6. Cosecha del tomate..... | 50 |

ENSAYO 3

| | |
|--|------------------|
| 3.1 Descripción del ensayo..... | 51 |
| 3.2. Desarrollo del experimento..... | 52 |
| <u>3.2.1 Descripción de las operaciones.....</u> | <u>52</u> |
| 3.2.1.1 Labores de preparación..... | 52 |
| 3.2.1.2 Colocación de los tubérculos en frío..... | 52 |
| 3.2.1.3 Colocación de los botes en los diferentes tratamientos..... | 53 |
| 3.2.1.4 Observación de los tubérculos en los diferentes botes..... | 54 |
| 3.2.1.5. Determinación del número de tubérculos que han brotado bajo unas condiciones conocidas..... | 54 |
| TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS..... | 55 |

4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ENSAYO 1

| | |
|---|-----------|
| 4.1.-Evolución de los tubérculos de <i>Cyperus rotundus</i> en las cubetas. | 56 |
| 4.2.-Conteo de malas hierbas en el ensayo de campo..... | 57 |
| 4.2.1.-Comparativa visual del control del <i>Cyperus rotundus</i> bajo diferentes acolchados..... | 61 |
| 4.3.-Determinación del grado de degradación de los acolchados del ensayo de campo..... | 62 |

ENSAYO 2

| | |
|--|-----------|
| 4.1.-Conteo de malas hierbas..... | 64 |
| 4.2.-Determinación del grado de degradación de los acolchados.... | 66 |
| 4.3.-Determinación del número de plantas de juncia. | 68 |
| 4.4.-Comparativa visual del control del <i>Cyperus rotundus</i> bajo diferentes acolchados..... | 70 |
| 4.5.- Estudio de la biomasa de la parte aérea y subterránea del <i>Cyperus rotundus</i>.y de los tubérculos producidos..... | 71 |
| 4.6.-Estudio de la biomasa y producción de tomates y su relación con la juncia..... | 78 |
| 4.6.1.- Rendimiento de tomate..... | 79 |
| 4.6.2.- Biomasa total del tomate..... | 79 |
| 4.6.3.- Relación entre tomate y <i>Cyperus rotundus</i> . | 80 |



| | |
|---|-----------|
| ENSAYO 3 | |
| ENSAYOS PRELIMINARES..... | 84 |
| 4.1.-Porcentaje de brotación de tubérculos conservados en diferentes condiciones modificando algún factor..... | 84 |
| ENSAYO PRINCIPAL..... | 90 |
| 4.1.- Determinación del número de tubérculos que han brotado bajo unas condiciones de almacenamiento conocidas..... | 90 |
| 5.- CONCLUSIONES..... | 94 |
| 6.- BIBLIOGRAFÍA..... | 97 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| 1.- Cultivos y zonas afectadas por <i>Cyperus rotundus</i> | 10 |
| 2.- Resumen de los diferentes tratamientos aplicados a los tubérculos por diversos autores. | 12 |
| 3.- Sensibilidad de la juncia a algunos herbicidas..... | 30 |
| 4.- Evapotranspiraciones y dosis de riego diaria en Montañana (Zaragoza) en el ciclo del tomate 2011..... | 37 |
| 5.- Escala visual para determinar la degradación de los diferentes acolchados..... | 42 |
| 6.- Kc del cultivo..... | 47 |
| 7- Evapotranspiraciones en Montañana (Zaragoza) en el ciclo del tomate 2011..... | 47 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| 1.- Planta completa del <i>Cyperus rotundus</i> (Holm <i>et al.</i> 1991)..... | 4 |
| 2.- Tubérculo de la juncia..... | 6 |
| 3.- Corte transversal de un rizoma (Lorougnon, 1969)..... | 7 |
| 4.- Corte transversal de un tallo..... | 8 |
| 5.- Distribución geográfica del <i>Cyperus rotundus</i> (Holm <i>et al.</i> , 1991)..... | 10 |
| 6.- Tuberización del <i>Cyperus rotundus</i> (Lorougnon, 1969)..... | 15 |
| 7.- Brotación de los tubérculos (Lorougnon, 1969)..... | 16 |
| 8.- Tubérculos de <i>Cyperus rotundus</i> (Lorougnon, 1969)..... | 17 |
| 9.- Ciclo del <i>Cyperus rotundus</i> en el valle medio del Ebro. (Zaragoza, 2008)..... | 19 |
| 10.- Ciclo del <i>Cyperus rotundus</i> (Groenendaal y Habekotté, 1988)..... | 20 |
| 11.- Frutos de tomates de industria de la variedad Perfectpeel®..... | 23 |
| 12.- Media de Temperaturas medias, máximas y mínimas del año 2011 en Montañana (Zaragoza) durante los meses del ensayo..... | 34 |
| 13.- Croquis del ensayo..... | 35 |
| 14.- Diseño de la colocación de macetas del ensayo 2..... | 44 |
| 15.- Número de tubérculos iniciales y finales de la juncia en las cubetas y el porcentaje de pérdida..... | 56 |
| 16.- Número de individuos de las distintas especies de malas hierbas en función del acolchado a los 21 días después del trasplante. | 57 |
| 17.- Número de individuos de las distintas especies de malas hierbas en función del acolchado a los 42 días después del trasplante..... | 58 |
| 18.- Número de individuos de las distintas especies de malas hierbas en función del acolchado a los 63 días después del trasplante..... | 58 |
| 19.- Gramos de biomasa por planta de malas hierbas del ensayo general a los 63 DDT..... | 60 |
| 20.- Degradación externa de los materiales de acolchado según la escala utilizada por Martín-Closas Pelacho (2004). 9: material intacto, 0: material descompuesto..... | 62 |
| 21.- Degradación de la parte enterrada de los materiales según la escala utilizada por Martín-Closas y Pelacho (2004). 9: material intacto, 0: material descompuesto..... | 63 |
| 22.- Evolución del nº de tallos de <i>Cyperus rotundus</i> en los diferentes conteos..... | 64 |
| 23.- Degradación externa de los acolchados según la escala utilizada por Martín-Closas y Pelacho (2004) a los 45, 60 y 110 días..... | 66 |
| 24.- Degradación zona enterrada de los acolchados según la escala utilizada por Martín-Closas y Pelacho, (2004) a los 45, 60 y 110 días..... | 67 |
| 25.- Tallos de <i>C. rotundus</i> emergidos, que han atravesado el material y sin atravesar a través de los diferentes acolchados a los 110 DDT..... | 68 |
| 26.- Comparación del peso de tubérculos a los 110 DDT frente a los que se pusieron inicialmente..... | 71 |
| 27.- Proporción del peso inicial frente al peso final de los tubérculos de la juncia..... | 72 |
| 28.- Número de tubérculos al inicio y a los 110 DDT..... | 73 |
| 29.- Número de tubérculos de <i>Cyperus rotundus</i> en función de la profundidad a los 110 DDT..... | 73 |
| 30.- Proporción del número inicial frente al final de tubérculos de la juncia..... | 75 |

| | |
|---|----|
| 31.- Biomasa de la parte aérea de la juncia emergida a través de los acolchados a los 110 DDT..... | 75 |
| 32.- Peso unitario de los tubérculos encontrados..... | 76 |
| 33.- Relación entre el nº de tallos y su tuberización..... | 77 |
| 34.- Biomasa de la parte aérea de juncia en función del nº de tubérculos..... | 77 |
| 35.- Nº de tomates y peso de estos por planta en función de los diferentes acolchados a los 104 DDT..... | 78 |
| 36.- Relación entre el número de tomates por planta y su peso..... | 79 |
| 37.- Nº de tomates por planta frente a la biomasa por planta..... | 80 |
| 38.- Relación entre el peso de la juncia en gramos y de la biomasa del tomate..... | 80 |
| 39.- Relación entre el peso fresco de la raíz del tomate en función del nº de tubérculos..... | 81 |
| 40.- Número de tomates por planta y número de tubérculos en diferentes tipos de acolchados..... | 82 |
| 41.- Nº de tubérculos y gramos de tomate en diferentes tipos de acolchado..... | 83 |
| 42 y 43.- Comparativa entre la estufa y la cámara de germinación en la brotación de la juncia. Izquierda: porcentaje de brotación obtenido en la cámara; derecha: porcentaje de tubérculos que han brotado en la estufa..... | 84 |
| 44.- Porcentaje de brotación de los tubérculos provenientes de los diferentes tratamientos del ensayo 2 obtenido en la cámara..... | 86 |
| 45.- Porcentaje de germinación de los tubérculos provenientes de los diferentes tratamientos del ensayo 2 obtenidos en la estufa..... | 87 |
| 46.- Porcentaje de germinación de los tubérculos viejos y nuevos..... | 88 |
| 47.- Evolución de las temperaturas de la cámara de germinación a lo largo del tiempo..... | 89 |
| 48 y 49.- Porcentaje de tubérculos que han brotado, guardados en el jardín a Tª ambiente después de 5 meses y 6 meses..... | 90 |
| 50 y 51.- Porcentaje de tubérculos que han germinado, almacenados en el almacén después de 5 y 6 meses..... | 91 |
| 52 y 53.- Porcentaje de tubérculos que han germinado, guardados a 4°C en ausencia de luz después de 5 meses y 6 meses..... | 91 |
| 54 y 55.- Izquierda: Porcentaje de tubérculos que han germinado a temperatura constante de 20°C (Kawabata <i>et al.</i> , 2003) Derecha: Porcentaje de tubérculos que han germinado con oscilación de temperatura de 20°C 12 horas y 35°C 12 horas..... | 92 |
| 56 y 57.- Izquierda: Porcentaje de tubérculos germinados en 7 días a 35°C con las diferentes duraciones en un mismo día (Kawabata <i>et al.</i> , 2003). Derecha: porcentaje de tubérculos con una alternativa de temperatura de 35°C durante 12 horas, frente a los 20°C durante 12..... | 93 |

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

| | |
|--|----|
| 1.- Crecimiento de la juncia..... | 5 |
| 2.- Crecimiento de la chufa..... | 5 |
| 3.- Tubérculos de <i>Cyperus rotundus</i> en bandeja..... | 6 |
| 4.- Detalle del bulbo basal de la juncia..... | 8 |
| 5.- Conjunto de hojas de la juncia. | 9 |
| 6.- Detalle de una inflorescencia..... | 9 |
| 7.- Tuberización de la juncia..... | 21 |
| 8.- Floración del <i>Cyperus rotundus</i> | 22 |
| 9.- Cepillo de eje horizontal..... | 26 |
| 10.- Ensayo general de tomate en la finca San Bruno en Montañana..... | 34 |
| 11.- Siembra de los tubérculos en cada maceta a una profundidad de 8 cm..... | 36 |
| 12.- Trampa de <i>Heliocoverpa armígera</i> | 37 |
| 13.- Formación de las mesas..... | 38 |
| 14.- Colocación de las cubetas en el ensayo de campo..... | 39 |
| 15.- Colocación del acolchado de polietileno..... | 39 |
| 16.- Colocación del papel Mimgreen®..... | 40 |
| 17.- Detalle de la picaraza..... | 40 |
| 18.- Plantación del tomate de industria..... | 40 |
| 19.- Conteo de malas hierbas con el rectángulo de 0.2 m ² | 41 |
| 20.- Vista general del ensayo de macetas (ensayo 2)..... | 44 |
| 21.- Tubérculos de <i>Cyperus rotundus</i> antes de ser sembrados en la maceta..... | 45 |
| 22.- Parte aérea del <i>Cyperus rotundus</i> en una maceta..... | 49 |
| 23.- Parte aérea del tomate..... | 49 |
| 24.- Clasificación y pesaje de los tomates..... | 50 |
| 25.- Botes donde en los que se almacenaron los tubérculos..... | 51 |
| 26.- Cámara de germinación..... | 52 |
| 27.- Estufa..... | 52 |
| 28.- Saquito con los tubérculos previamente al enterramiento de este..... | 53 |
| 29.- Botes cubiertos con papel de aluminio para evitar la luz..... | 53 |
| 30.- Materiales utilizados en la desinfección..... | 54 |
| 31.- <i>Amaranthus retroflexus</i> L..... | 59 |
| 32.- <i>Portulaca oleracea</i> L..... | 59 |
| 33.- Testigo..... | 61 |
| 34.- Acolchado con papel abultado por tallos <i>C. rotundus</i> que no han logrado perforarlo..... | 61 |
| 35.- Acolchado con Polietileno..... | 61 |
| 36.- Acolchado con Mater Bi®..... | 61 |
| 37.- Degradación del acolchado..... | 63 |
| 38.- Degradación del Mater Bi®..... | 63 |
| 39 y 40.- Detalle de la emergencia de la juncia por el hueco dejado entre la pared de la maceta y el acolchado..... | 65 |
| 41.- Detalle del crecimiento de los tallos de la juncia por el hueco formado entre el acolchado y la pared de la maceta..... | 69 |
| 42 y 43.- Acolchados de papel. Izquierda: papel Mimgreen®, derecha: papel Smurfit | |

| | |
|---|----|
| | 70 |
| 44 y 45.- Izquierda: Acolchado biodegradable plástico Mater Bi®, derecha: PE..... | 70 |
| 46 y 47.- Testigo sin acolchado..... | 71 |
| 48.- Tallo levantado la tapa de la placa de Petri en las condiciones de la cámara de germinación..... | 85 |
| 49.- Comparativa de los diferentes tubérculos en la cámara y la estufa..... | 85 |

RESUMEN

La juncia (*Cyperus rotundus* L) está considerada por muchos autores como una de las peores malas hierbas del mundo, debido a su reproducción asexual, a la dormancia estacional de las yemas de los tubérculos, además de tener una alta tuberización y una elevada tasa competitiva. Está presente en muchos lugares del mundo, causando disminuciones de rendimiento a los cultivos. En nuestra zona del valle del Ebro afecta principalmente a todos los cultivos de verano, en especial a los cultivos hortícolas en regadíos antiguos.

Sin embargo, se conoce poco el comportamiento de esta especie bajo condiciones de acolchado y por ello, se realizaron 2 ensayos que consistieron en observar el comportamiento del *Cyperus rotundus* L. bajo diferentes materiales de acolchado, uno en campo y otro en macetas, sembrando un número conocido de tubérculos. En estos ensayos se ha estudiado la eficacia de control de la juncia y como afecta a su biomasa y tuberización. Por ello se han contado al final del ciclo final de tomate el número de tallos y de tubérculos. Así mismo se ha planteado un tercer ensayo para estudiar cuáles son las condiciones óptimas de almacenamiento de los tubérculos para poder disponer de ellos en futuros trabajos.

En el ensayo de campo, el material que mejor ha controlado el crecimiento de la juncia ha sido el papel, seguido del PE, Mater Bi®. En cuanto al ensayo de las macetas, difiere al de campo, obteniendo mejores resultados para el control de la juncia, el papel, seguido de Mater Bi®; en cuanto al PE, no hubo brotación de los tubérculos, por lo que no se pudo observar el efecto de control del PE sobre la juncia. Una vez concluido el proceso de tuberización de la juncia, se ha encontrado 20 veces el peso inicial de tubérculos de juncia para el testigo, 6 veces para Mater Bi®, y 4 y 3 veces para el caso de Smurfit® y Mimgreen®, respectivamente. A pesar de que *C. rotundus* fue capaz de atravesar el Mater Bi®, su tasa de reproducción fue menor a la del testigo, por tanto todos los acolchados contribuyen en reducir la población de la juncia. En cuanto al lugar de almacenamiento, el mejor fue a 4°C en oscuridad, debido a que los tubérculos almacenados hasta 6 meses, han sido capaces de conseguir porcentajes de brotación del 100%. Los tubérculos guardados en el almacén, a los 6 meses han sido afectados por hongos reduciendo la viabilidad de los tubérculos. Los que han estado enterrados en macetas en el jardín, han brotado de forma temprana, lo cual no es conveniente, ya que no quedan suficientes tubérculos para futuros ensayos.

1.- INTRODUCCIÓN

1.1 CONCEPTO DE MALA HIERBA

El concepto de mala hierba es un muy relativo. De acuerdo con la definición dada por Pujadas y Hernández en 1988, las malas hierbas son plantas que crecen siempre o de forma predominante en situaciones marcadamente alteradas por el hombre y que resultan no deseables por él, en un lugar y momento determinado. El que una planta sea deseable o no para el hombre dependerá de todo un conjunto de razones técnicas, económicas, medioambientales, culturales e, incluso, estéticas. En determinadas circunstancias, una cierta planta puede resultar claramente indeseable mientras que en otras, puede ser indiferente o, incluso, deseada. Las características que tienen estas especies para ser consideradas malas hierbas son:

- Fácil dispersión, elevada prolificidad.
- Buena capacidad de persistencia.
- Germinación escalonada.
- Plasticidad fisiológica y genética.
- Buena capacidad de competencia (provocada por una elevada densidad, una nascencia sincronizada con el cultivo, un buen vigor, su capacidad de rebrote, su morfología y fisiología) (García Torres y Fernández – Quintanilla, 1991).

Dentro de las diferentes especies que pueden considerarse malas hierbas, se pueden clasificar según la duración de su ciclo de vida (Pujadas y Hernández, 1988):

-Anuales: son aquellas que solamente viven durante menos de un año. Son plantas que crecen rápidamente y tienen una duración muy corta. Dispersando sus semillas antes de que se recoja los frutos de las plantaciones donde crecen. Por tanto, completan su ciclo de vida en un único periodo de vegetación activa.

-Bienales: son aquellas que su ciclo se realiza en más de un año, pero en menos de 2. El primer año se produce el crecimiento, adquiriendo forma de roseta, en la que pasan el periodo invernal, En el segundo aparecen las flores y frutos. Habitualmente, las bienales necesitan del estímulo del frío para poder florecer, proceso que se denomina vernalización.

-Perennes: También denominada vivaz, son aquellas que viven varios años, floreciendo y dando semillas varias veces a lo largo de su vida o reproduciéndose por vía asexual (rizomas) Estas plantas suelen perder la parte aérea en periodos de parada vegetativa (invierno), pero las raíces sobreviven. Al llegar la primavera vuelven a rebrotar y florecen, repitiéndose el ciclo vegetativo.

Las especies de malas hierbas más problemáticas son aquellas se multiplican vegetativamente (Oerke, 2006), como el *Cyperus rotundus*.

1.1.1. El género *Cyperus*.

Tanto *Cyperus esculentus* L., como *Cyperus rotundus* L. son plantas herbáceas perennes. Ambas infestan áreas extensas de campos de cultivo, causando disminuciones en los rendimientos, debido a ciertas características biológicas que tienen este tipo plantas (Horowitz, 1972; Webster, 2005):

- Rápido desarrollo vegetativo de las estructuras de reproducción.
- Alta viabilidad de los tubérculos.
- Gran desarrollo vegetativo.
- Poseen una alta proliferación vegetativa.
- En terrenos labrados los tubérculos se encuentran en zonas más profundas.
- Toleran un amplio rango de temperaturas y de humedades.
- Debido a que se reproducen por vía asexual en nuestra zona y los tubérculos se encuentran en el suelo, la eliminación de la planta es complicada.

Así, el *Cyperus rotundus* está presente en muchos lugares, siendo muy importante a nivel mundial (en 92 países) (Rogers *et al.*, 2008), y también en España. Es capaz de competir con el cultivo reduciendo los rendimientos (Keeley, 1987), teniendo una alta capacidad de reproducirse vegetativamente y afectando a muchos cultivos, haciendo que sea una especie muy agresiva, incluso puede sobrevivir bajo condiciones de stress (Williams, 1982; Nishimoto, 2001). Por lo que está considerada una de las peores malas hierbas del mundo (Holm *et al.*, 1991).

En el cultivo de pimiento se produce una disminución hasta del 42% del peso seco (Bangarwa *et al.*, 2011), además de producir los siguientes daños (Maestre, 2003):

- Reducción de los rendimientos: por la competencia con el agua, luz (ya que el *Cyperus* puede competir con las C₄, como el maíz o el tomate que necesitan mucha luz), los nutrientes o el espacio.
- Interferencia con la recolección: la presencia de malas hierbas retrasa o dificulta la recolección.
- Reducción del valor de los productos: por ejemplo la patata, ya que los rizomas penetran en la patata y facilitan la posterior entrada de bacterias que provocan la pudrición de ésta.
- Incremento de los costes de producción: debido a la limpieza en el tomate y patata, además del coste del laboreo y sobretodo de los acolchados (tanto el acolchado en sí, como la colocación y posteriormente su retirada).
- Tener que abandonar el campo o tierras de cultivo por una alta infestación (El-Sheikh, 2005).

La mejor forma de conocer a la peor mala hierba del mundo es describirla y conocer su ciclo, para poder controlarla y evitar de esta forma que nos produzca una pérdida de rendimiento de nuestro cultivo.

1.2 MORFOLOGÍA Y TAXONOMÍA DE LA JUNCIA

1.2.1 Encuadramiento taxonómico

Clasificación botánica:

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Liliopsida*

Orden: *Poales*

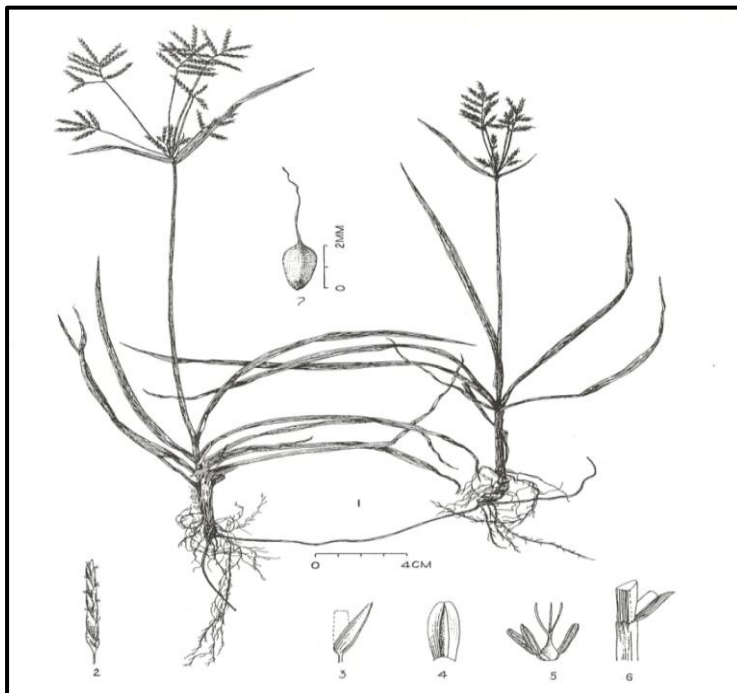
Familia: *Cyperaceae*

Subfamilia: *Cyperoideae*

Género: *Cyperus*

Especie: *rotundus*

El nombre binomial o nombre científico por el que se le conoce es el de *Cyperus rotundus* L.



Los nombres comunes que se conoce en España son los siguientes: aneilla (ribera navarra); junqueta, junquilla (Sástago y Caspe) (Zaragoza *et al.*, 2000); ajuncia, castañuela, castañuelo, chinceta, chufa, chufas, grama, juncia, juncia castellana, juncia menor, juncia real, juncia redonda, juncia redondilla, junza, juza, patata, patatica, unsia (Anthos, 2010).

Figura 1: Planta completa del *Cyperus rotundus* (Holm *et al.* 1991).

1.2.2 Descripción botánica

- Clave diferenciadora entre las especies

Dentro del mismo género se encuentra *Cyperus esculentus*, popularmente conocido como chufa, cuyos tubérculos son utilizados para la elaboración de la horchata. Una vez que estas 2 plantas han germinado es difícil distinguirlas, y por ello es necesario utilizar claves diferenciadoras. *Cyperus rotundus* presenta un pliegue ligular. La lígula foliar aparece entre la vaina y la lámina de la hoja; su aspecto es casi siempre membranáceo; En cambio, *C. esculentus* carece absolutamente de lígula. Además la chufa presenta un color verde más claro.



Fotografía 1: Parte aérea de la juncia.



Fotografía 2: Parte aérea y raíces de la chufa.

- Descripción

La juncia es una planta herbácea perenne, erecta, de unos 15-30 cm de altura. Es originaria de la India (Holm *et al.*, 1991). Tiene un sistema subterráneo extenso de rizomas y tubérculos, que pueden entrar en latencia o en dormancia, hasta que las condiciones sean las más adecuadas para su brotación.

Está considerada una de las peores malas hierbas del mundo debido a las siguientes características:

- Poseen una alta proliferación vegetativa.
- En terrenos labrados los tubérculos se encuentran en zonas más profundas.
- Toleran un amplio rango de temperaturas y de humedades.
- Debido a que se reproducen por vía asexual en nuestras latitudes y los tubérculos se encuentran en el suelo, la eliminación de la planta es complicada.
- Existe un número de tubérculos que sobreviven de un ciclo a otro.

Tanto el *C. rotundus*, como el *C. esculentus* pueden reducir el rendimiento de muchos cultivos (Keeley, 1987). En el cultivo de tomate puede reducir la biomasa seca del cultivo en un 28% debido a la red tridimensional subterránea que crean los rizomas y tubérculos (Morales-Payan *et al.*, 2003).

- Partes

TUBÉRCULOS

Los tubérculos tienen una forma irregular y miden de 1 a 1.5 cm de longitud y 0.5-1 cm de diámetro. Los tubérculos son producidos por la parte final de los rizomas. Son de color blanco cuando son jóvenes, lignificándose y dando un color negro cuando están maduros. Los tubérculos continúan su crecimiento sin independizarse de la planta madre, desarrollando su yema apical originando un rizoma vertical ascendente que generará una nueva planta o bien producirá rizomas horizontales que profundizarán y volverán a tuberizar, dando lugar a un nuevo tubérculo. La interconexión entre los tubérculos y rizomas hace que se forme una red con una serie de cadenas que pueden alcanzar más de un metro de longitud. Normalmente, los tubérculos se encuentran hasta una profundidad en el suelo de 20 cm, pero pueden llegar a los 50 cm. Los tubérculos son la principal unidad de dispersión de la planta y pueden estar periodos de tiempo en estado de dormancia sin brotar, ya que cuando las yemas en reposo detecten que las condiciones meteorológicas y climáticas de la zona son las adecuadas, iniciarán labrotación. La supervivencia del tubérculo es función de la profundidad en la que se encuentren en el terreno, así conforme aumentamos en profundidad, la supervivencia del tubérculo aumenta (Stoller, 1981).



Fotografía 3: Tubérculos de *Cyperus rotundus* en bandeja.



Figura 2.: Tubérculo de la juncia.

RIZOMAS

A partir de las yemas axilares del tubérculo se originan rizomas estoloniformes de 1 mm de diámetro. Estos rizomas son tallos subterráneos. Los rizomas cercanos a la superficie se desarrollan más o menos de forma horizontal respecto a la superficie del terreno; otros rizomas profundizan oblicuamente, engrosan sus extremos y originan tubérculos oblongo-ovoides, de 1 cm a 3 cm de longitud x 4-60 mm de grosor, donde se almacenan las reservas alimenticias. Los rizomas no penetran en profundidad en suelos pesados. Son los encargados de propagar la planta en todas las direcciones. Los rizomas jóvenes son blancos, tiernos y los más viejos adquieren una coloración marrón. Si hacemos un corte transversal, observaremos la epidermis, el córtex y una clara endodermis, donde está la mayor parte del sistema vascular. El meristemo apical del rizoma es recubierto por unas fibras que le protegen. Los rizomas crecen entre los 5-25 cm de profundidad, preferentemente; pero también se pueden desarrollar en terrenos más profundos, hasta alcanzar los 40-50 cm (Stoller, 1981).

SISTEMA RADICULAR

Las raíces adventicias se originan de los bulbos basales y de los tubérculos. El sistema radicular es complejo, formando una red tridimensional. La raíz es fibrosa.

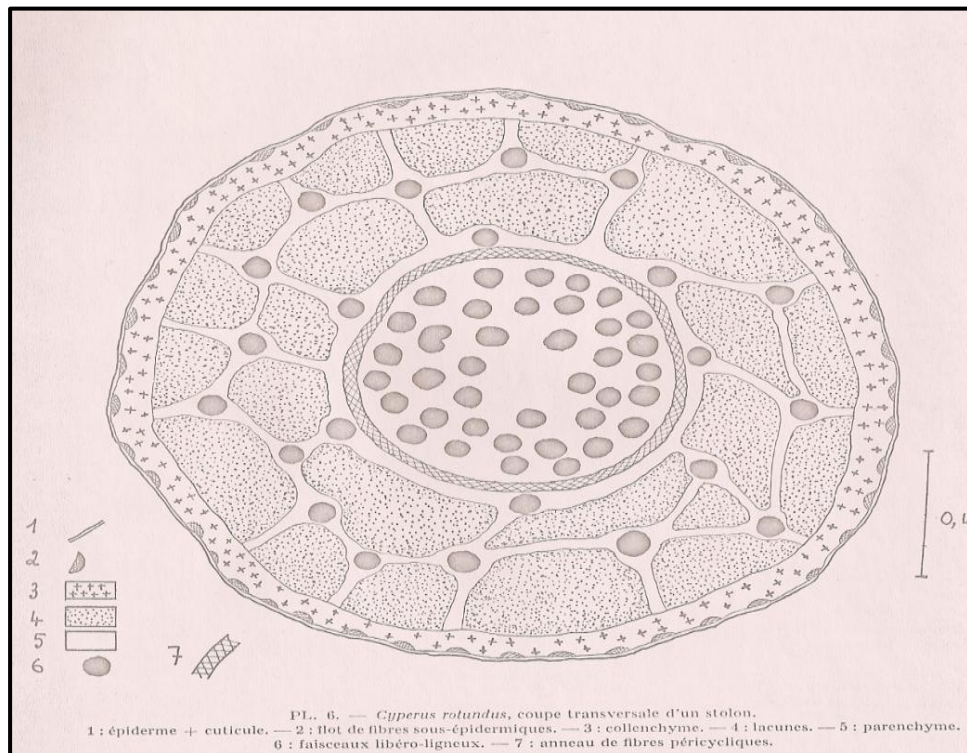


Figura 3: Corte transversal de un rizoma (Lorougnon, 1969).

BULBO BASAL

La hinchazón del rizoma en la superficie, origina lo que se conoce como bulbo basal. El bulbo basal está formado por una parte meristemática y está engrosado a modo de cormo o tuberculoso vertical, de forma fusiforme a subglobuloso, de 8-10 mm de longitud por 4-7 mm de diámetro, rodeado por catafilos pardo rojizos más o menos disociados en fibras y por vainas foliares membranáceas de las hojas normales. En la parte inferior se forman las raíces y en la parte superior la planta. También genera rizomas.



Fotografía 4: Detalle del bulbo basal de la juncia.

TALLO

El tallo aéreo o eje floral es trígono, es decir, con sección triangular, sin ramificaciones ni nudos y macizo. Es liso y mide de 20-50 cm x 1.5-4 mm de diámetro. Tiene un color verde brillante. (Recasens y Conesa, 2009).



Figura 4.: Corte transversal de un tallo.

HOJAS

Las hojas son angostas, lisas, y su número varía de 3 a 5 por planta. Aparecen dispuestas en roseta basal, presentan yemas axilares solitarias, su vaina foliar mide de 3-12 cm de longitud y la lígula está reducida a un breve pliegue curvo formado por un pequeño engrosamiento. Las hojas en general son basales y dispuestas en forma trística (con un ángulo de separación de 120º entre ellas). El limbo foliar es similar al de las poáceas, pero la vaina está completamente cerrada, y entre la vaina y el limbo se presenta la lígula (Recasens y Conesa, 2009). Las hojas son de color verde oscuro, llegando a alcanzar los 20-50 cm de longitud en los mejores ambientes y 8 mm de anchura. El haz de la hoja tiene una capa de cutina sin estomas, mientras que el envés tiene una capa finísima de cutina, donde se encuentran los estomas. Pueden competir contra otras malas hierbas y cultivos, ya que tienen una alta eficacia fotosintética, desarrollándose mejor cuando las temperaturas son más elevadas. Las hojas iniciales son tiernas, pero la parte terminal de la hoja es muy afilada, dándole la capacidad para poder atravesar los plásticos que sirven de acolchado en cultivos hortícolas.



Fotografía 5: Conjunto de hojas de la juncia.

INFLORESCENCIA

La flor es de color púrpura-café. La antera es simple o poco compuesta y el involucro consta de 3-9 brácteas filiformes. Las espiguillas están dispuestas en espigas, en un número que va de 5-15. El raquis de la espigas está torcido o doblado y mide de 4-13 mm de longitud. Las glumas están densamente imbricadas, decurrentes, elípticas, borde hialino angosto. Con unas inflorescencias características de color marrón rojizo. Las semillas en nuestra zona no son viables, por tanto no se reproducen sexualmente.



Fotografía 6: Detalle de una inflorescencia.

1.2.3 Distribución geográfica y cultivos a los que afecta

El *Cyperus rotundus* es originario de Asia (Holm *et al.*, 1991), y ha ido colonizando las diferentes partes de nuestro mundo, debido a que se han comercializado plantas en las que el cepellón contenía algún tubérculo. En zonas más próximas entre si, su dispersión fue simplemente por transporte de los tubérculos por canales y acequias. La erosión producida por la lluvia provoca arrastres de materiales, sumándose a su dispersión, el laboreo producido por los hombres, los animales... En España se encuentra en la zona del valle del Ebro, norte de España, y en la zona de Levante, afortunadamente sólo se reproduce en estos lugares por vía asexual (por tubérculos), pero en otros zonas como en los trópicos se reproduce, tanto sexual, como asexualmente, agravando el problema. La distribución se ve limitada por las temperaturas más frescas de los hemisferios, afectándole el frío. A continuación se muestra la imagen que refleja cuales son las zonas en las que nos encontramos la juncia:

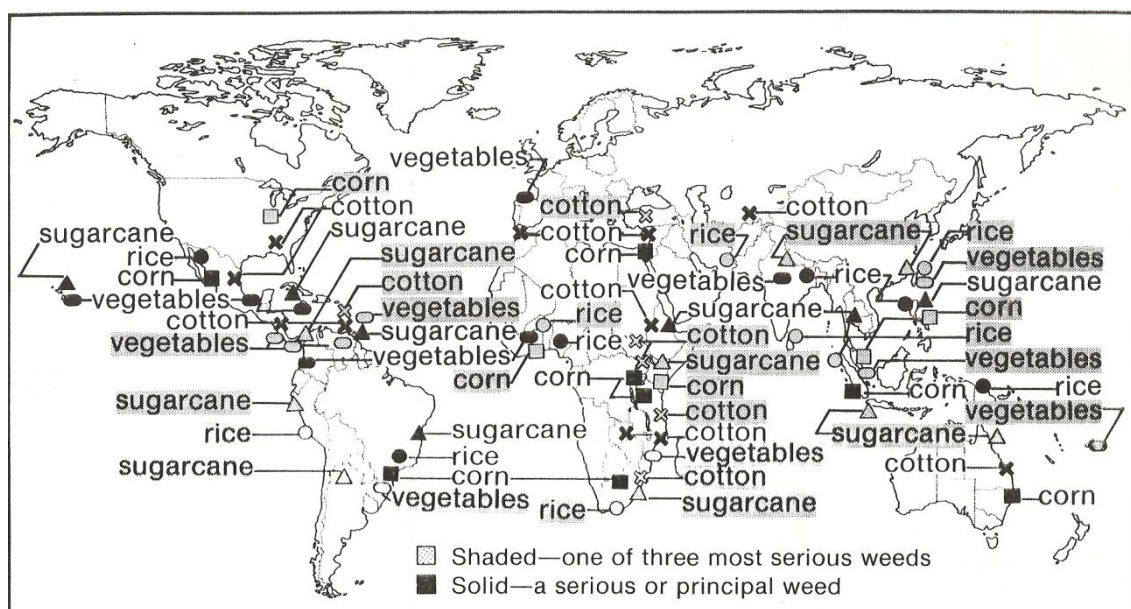


Figura 5: Distribución geográfica del *Cyperus rotundus* (Holm *et al.*, 1991).

| En la siguiente tabla se muestran los cultivos afectados por esta planta (Tabla 1) Cultivo afectado | País |
|---|------------------|
| Hortícolas/Maíz/Frutales | España |
| Algodón | EEUU |
| Arroz y hortícolas | India |
| Maíz | Centro de África |

Tabla 1: Cultivos y zonas afectadas por *Cyperus rotundus*.

Se puede observar que esta mala hierba está extendida por todo el planeta y afecta a todos los cultivos que necesitan de unas necesidades hídricas bastante importantes, como es el caso de la caña de azúcar, maíz, algodón, hortícolas,...

1.3 EXIGENCIAS EN CLIMA Y SUELO

1.3.1 Exigencias climáticas

Cyperus rotundus es una planta propia de climatologías cálidas y que en nuestras latitudes desarrolla su ciclo normal entre la primavera y verano (Horowitz, 1965). Así pues la juncia (planta C₄) necesita unas buenas condiciones meteorológicas (temperatura y luminosidad) para que se desarrolle y crezca favorablemente (Nisim *et al.*, 2011):

1.3.1.1 Temperatura

C. rotundus no soporta bien zonas frías con temperaturas bajas (Horowitz, 1972). La germinación se produce cuando la temperatura supera los 20°C de temperatura (Horowitz, 1972). Los tubérculos enterrados presentan un alto porcentaje de supervivencia en el invierno (Wills, 1998), pero temperaturas por debajo de los -2°C, provocan la muerte de los tubérculos de *C. rotundus* (Stoller, 1973). La mayoría de los tubérculos germinan a 30° a 35°C, no germinado por encima de los 45°C ni por debajo de los 10°C (Tripathi, 1969; Holt y Orcutt, 1996). Las temperaturas óptimas de germinación de los tubérculos están entre (25 a 35°C), germinando el 80-90 % de los tubérculos en 10-14 días (Nishimoto, 2001) alcanzando mayores germinaciones al acercarnos a los 35°C.

El frío o desecaciones del tubérculo pueden comprometer la viabilidad de éste, incluso pueden matarlo. En zonas frías y húmedas el crecimiento de la planta es lento, produce flores pequeñas y produce pocos tubérculos.

Una estimulación remarcable de la germinación consiste en alternar temperaturas de 23°C (7 horas) y después 31°C (17 horas), así de esta forma, más del 80% de los tubérculos germinarán en 2 o 3 días. En otros estudios se han probado diferentes temperaturas para provocar la germinación del *Cyperus rotundus*, entre las que cabe destacar 0.5 h (pulso) a 35°C y el resto a 20°C. La brotación de los tubérculos se produce más rápidamente y completamente con alteración de temperaturas que con temperaturas constantes. Fluctuaciones de temperatura de 0-6°C durante 12 horas al día; 30 minutos de exposición a unas temperaturas más elevadas, tienen el mismo efecto que un ciclo de 12 horas (Miles *et al.*, 1996). Otros estudios realizados en Grecia han llegado a la conclusión de que la oscilación de temperaturas diariamente de 0-12°C hace que los tubérculos germinen mejor, (sobre todo los tubérculos que se encuentran por encima de los 5 cm de profundidad) (Travlos *et al.*, 2009).

Ya que los tubérculos que están cerca de la superficie sufren constantemente oscilaciones de temperatura más acentuadas, de lo que lo sufren los tubérculos que se encuentra a 15-20 cm de profundidad. Travlos *et al.* (2009) exponen que la solarización controlada en invierno hace que se pueda conseguir el rango de oscilación de temperatura esperada, pero siempre con cuidado de no alcanzar temperaturas altas que puedan afectar la viabilidad posterior del tubérculo.

En numerosos experimentos se han puesto a germinar los tubérculos a temperatura constante o con alternancia de temperaturas, tal y como se muestra en la siguiente tabla resumen:

| TRATAMIENTO | Tª y duración DÍA | Tª y duración NOCHE | % de Brotación a los 10 días |
|---|----------------------|------------------------|---------------------------------|
| TRATAMIENTO 1 <i>Nishimoto, 2001</i> | 12 Horas a 20°C | 12 Horas a 35°C | 93 |
| TRATAMIENTO 2 <i>Nishimoto, 2001</i> | 23.5 Horas a 20°C | 0.5 Horas a 35°C | 60 |
| TRATAMIENTO 3 <i>Nishimoto, 2001</i> | 12 Horas a 23°C | 12 Horas a 28°C | 45 |
| TRATAMIENTO 4 <i>Kawabata y Nishimoto, 2003</i> | 21 Horas a 20°C | 3 Horas a 35°C | 70 |
| TRATAMIENTO 5 <i>Miles et al., 1996</i> | 12 Horas a 25°C | 12 Horas a 35°C | 100 |
| TRATAMIENTO 6 <i>Miles et al., 1996</i> | 12 Horas a 20°C | 12 Horas a 20°C | 40 |

Tabla 2: Resumen de los diferentes tratamientos aplicados a los tubérculos por diversos autores.

Se observa que hay mejores resultados de germinación con la alternancia de temperaturas frente a aplicar una temperatura constante. Y cuanto mayor sea la duración del periodo de día a una mayor temperatura, mayor será el % de germinación.

1.3.1.2 Luminosidad

El *Cyperus rotundus* es sensible al fotoperiodo. La duración del día es el principal factor para estimular la hinchazón de las yemas latentes presentes en el tubérculo, ya que con una mayor duración del día, habrá más temperatura y por tanto, brotarán los tubérculos. La tuberización se produce favorablemente en fotoperiodos cortos (6-10 horas) (Misra, 1970). Periodos de tiempo con días cortos, inducen la producción de flores y tubérculos, la floración y la producción de ácido salicílico; periodos de tiempo con días largos, provocan lo contrario, es decir, la brotación y crecimiento de los rizomas y la parte aérea de la juncia.

Así, la luz promueve la brotación de los tubérculos. El *C. rotundus* es sensible a la sombra que le provoca los cultivos de talla alta. Crece bien con elevada humedad, alta radiación solar y con temperaturas adecuadas. Se concluye que la luz es importante en el crecimiento de la juncia, debido a que una mayor intensidad de luz promueve la brotación, el número de hojas, una mayor masa seca de raíces y la formación de bulbos basares (Rodríguez y Lazo, 2008). Así, con 30 % de sombra, el número de tallos se redujo un 35%, 44%, y 53% a los 28, 42, 56 días (Etheredge *et al.*, 2010).

1.3.2 Exigencias de suelo

1.3.2.1 Humedad del suelo

Los tubérculos necesitan un nivel medio de humedad. Con un nivel muy bajo (<10%) o muy elevado (>60%) los tubérculos morirán por la anoxia radicular causada por el encharcamiento continuado del suelo, siendo el porcentaje de humedad óptimo para producirse la brotación, de 20-40%.. Con porcentajes de 50-60% los tubérculos están esperando a que las condiciones sean más favorables, entrando en estado de latencia, afectando a la respuesta de brotación (Nishimoto, 2001).

En superficie, el tubérculo con un contenido de < 15% de humedad, muere por desecación y un tubérculo a pleno sol con 22% de humedad, sería suficiente para eliminarlo. Los tubérculos deben de tener un 85% de agua, y cuando se disminuye por debajo del 15%, éstos mueren (si se dejan al sol durante 7-14 días) (Nishimoto, 2001).

1.3.2.2. Textura del suelo

Esta mala hierba está adaptada a todo tipo de suelos, desarrollándose mejor en suelos menos pesados. Los rizomas no son capaces de penetrarlos. Además no tolera los suelos salinos.

1.3.2.3 Disposición de los tubérculos en el perfil del suelo

Varios autores Stoller, (1981); Horowitz, (1972); Holm *et al.* (1991) exponen que el 95% de los tubérculos se forman por encima de los 45 cm de profundidad, ya que una mayor profundidad del tubérculo, provoca un agotamiento de los tubérculos. Smith y Fick, (1937) afirman que en la mayoría de los suelos los tubérculos se encuentran en los 15-20 cm más superficiales en 80%.

La germinación y el crecimiento de los brotes es más rápida, cuánto más cerca estén de la superficie. Por el contrario, al aumentar la profundidad en el suelo, la supervivencia del tubérculo se ve favorecida (Stoller, 1981).

En zonas sin cultivar y en condiciones de no laboreo, la juncia se ha encontrado más cercana a la superficie del suelo, a unos 7 cm (Rao, 1968). Si ya se ha producido un laboreo previo, los tubérculos se encuentran en una zona más profunda del terreno.

También la climatología compromete la disposición de los tubérculos en el terreno, ya que en nuestra zona, con inviernos fríos, los tubérculos del *C. rotundus* se encuentran más profundos y así, son menos susceptibles a las heladas que producirían la muerte del tubérculo o las insolaciones o altas temperaturas de verano que comprometerían la viabilidad final de la juncia. Los tubérculos que se desarrollan en climas más templados crecen más cercanos a la superficie, todo lo contrario ocurre para climas más fríos. (Stoller, 1981).

1.3.2.4 Sustancias químicas que afectan la brotación

Palmer y Porter (1959) expusieron la posibilidad de que la latencia de los tubérculos en el suelo fuera debida a una falta de aireación, y por tanto, de oxígeno. Ellos observaron que la nascencia de las yemas del tubérculo se producían con altos niveles de oxígeno y bajos niveles de CO₂; por el contrario, las mínimas cantidades de oxígeno y CO₂ provocaban la inhibición de la brotación del tubérculo. Berger en (1966) buscó inhibidores de crecimiento que podrían ser la causa de la latencia del tubérculo. Encontró que el mayor compuesto activo es el ácido salicílico, que podía ser extraído de las hojas. También se encontraron inhibidores como son los compuestos fenólicos, eugenol y ácido abscísico (Jangaard *et al.*, 1971).

Como potenciadores de la germinación nos encontramos a las N-6-benziladenina o citoquinas. La benzilamina (BA) estimula la germinación de las yemas de los tubérculos en dormancia.

1.4 BIOLOGÍA DE LOS TUBÉRCULOS DEL *CYPERUS ROTUNDUS* (JUNCIA)

TUBERIZACIÓN

Los tubérculos son la principal unidad de dispersión de la planta. La juncia convierte 44-50% de su peso en tubérculos (Holm *et al.*, 1991). Los tubérculos son producidos por los rizomas. Cada tubérculo tiene muchas yemas que están latentes esperando la oportunidad para germinar. Cuando germinan, inician lo que será finalmente una red de rizomas.

La formación de tubérculos comienza 4-6 semanas después de la emergencia de la planta.

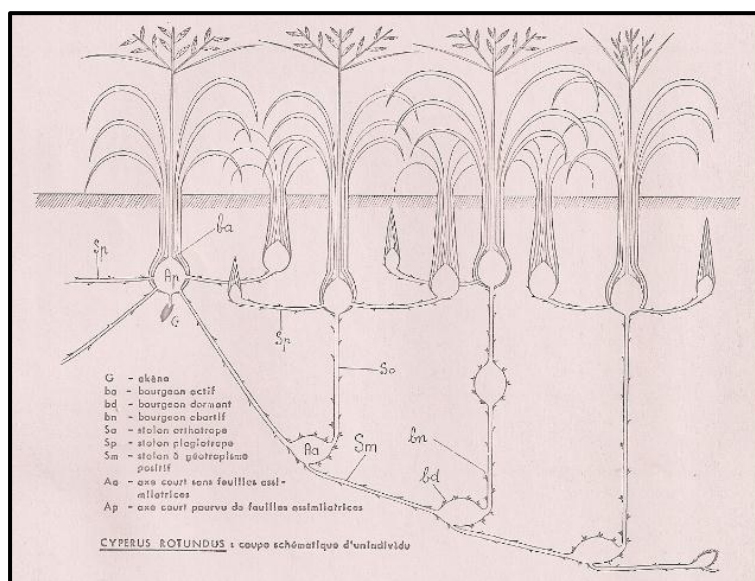


Figura 6: Tuberización del *Cyperus rotundus* (Lorougnon, 1969).

La duración del día es el principal factor para estimular la germinación de las yemas latentes presentes en el tubérculo, que brotan en días largos con temperaturas más elevadas. Para la formación de tubérculos se necesita como mínimo 20°C. En zonas más calurosas, la planta reserva más materia seca a los tubérculos.

Es ilustrativo conocer los resultados de un estudio realizado con macetas en las que se sembraron tubérculos de juncia, obteniéndose 37 tubérculos por maceta cuando se partía inicialmente de 1 y cuando se partía de 16 tubérculos por maceta, se pasaba a 186 por maceta. (Etheredge *et al.*, 2010).

Otra descripción de la abundante tuberización de juncia es la Horowitz (1972) quien describe que esta planta es capaz de producir 10-20 millones por ha. Si crece junto a un cultivo, el número y la talla de los tubérculos se reduce considerablemente. Además el sombreado del cultivo, repercute negativamente sobre la juncia.

BROTACIÓN DE LOS TUBÉRCULOS

La brotación se inicia por una de las numerosas yemas del tubérculo, la cual se desarrolla y empieza a crecer (Bendixen, 1973). Varias yemas pueden brotar al mismo tiempo, mientras que el resto permanecen en estado de latencia esperando la oportunidad de germinar en otra ocasión (Thullen y Keeley, 1975).

Los ácidos orgánicos son consumidos cuando el tubérculo brota.

La germinación y el crecimiento de los brotes es más rápido, cuánto más cerca esté de la superficie (Stoller y Sweet, 1987).

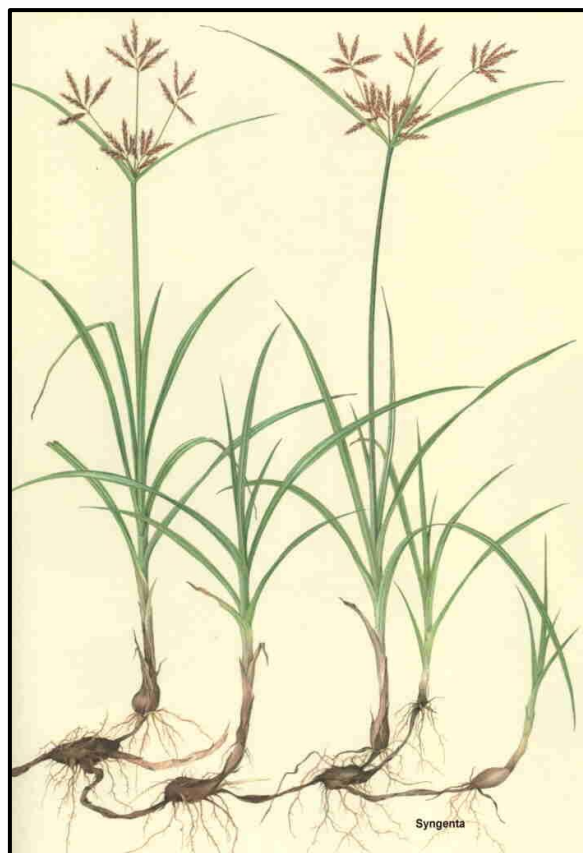


Figura 7: Brotación de los tubérculos y posterior desarrollo foliar de la juncia (Syngenta, 2009).

En unos ensayos descritos por Etheredge *et al.* (2010) se observó un incremento de brotes a los 14, 25, 38 días que emergían proporcionalmente al número de tubérculos inicial. A los 64 días de plantarlos aumentó el peso seco (más en tubérculos que en tallos, concretamente 3,4 veces. (Etheredge *et al.*, 2010).

Con densidades de 4 tubérculos por maceta hacen que se reduzcan los rendimientos.

La brotación de los tubérculos se produce más rápidamente y completamente con alteración de temperaturas que con temperaturas constantes. La alternativa de temperaturas y pulsos de alta temperatura, provoca una mayor germinación de los tubérculos. (Kawabata y Nishimoto, 2003).

LONGEVIDAD DEL TUBÉRCULO

Los tubérculos se encuentran largos periodos en el suelo esperando la oportunidad para brotar. La longevidad es función de la profundidad del suelo, así conforme aumentamos la profundidad en el suelo, la supervivencia del tubérculo aumenta (Stoller, 1981).

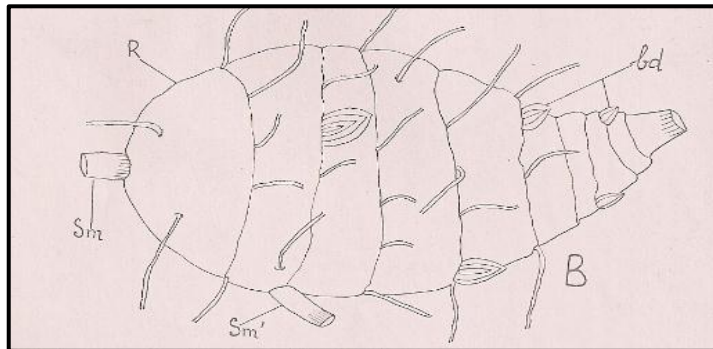


Figura 8: Tubérculos de *Cyperus rotundus* (Lorougnon, 1969).

El efecto de la edad repercute directamente en la supervivencia y dormancia. La supervivencia será menor y la dormancia mayor, con tubérculos de mayor edad. A los 16 meses morirán el 50% de los tubérculos y pasados 42 meses, morirán un 99%, pero quedará una pequeña fracción capaz de sobrevivir durante 6 años (Rotteveel y Naber, 1993). No se observaron diferencias significativas si se mantienen enterrados a una profundidad de 8-23 cm (Neeser *et al.*, 1997).

El frío o desecaciones del tubérculo, pueden comprometer la viabilidad de este, incluso provocarle la muerte. Los tubérculos deben de tener un 85% de agua, y cuando se disminuye por debajo del 15%, estos mueren (si se dejan al sol durante 7-14 días).

Con temperaturas por debajo de los -2°C los tubérculos de *C. rotundus* mueren, pero hay algún tubérculo de *C. esculentus* que a -20°C aún puede sobrevivir (Stoller, 1973). Los tubérculos más profundos son menos susceptibles a la muerte en invierno, heladas o insolaciones. Para eso se pueden utilizar aperos que saquen los tubérculos a la superficie del terreno para que se puedan desecar o simplemente cortar las raíces del bulbo basal que dejarán sin humedad al resto de la planta.

DORMANCIA Y GERMINACIÓN

La latencia característica de esta especie hace que la infestación se vaya perpetuando a lo largo del tiempo. Para romper la latencia se pueden aplicar sustancias químicas o técnicas físicas. Entre las sustancias químicas nos podemos encontrar el etileno, tiourea, ácido giberélico, ether, etefón, bencilamina, H₂O₂, y de técnicas físicas, como conservación a 2-5 °C, escarificación (Teo *et al.*, 1973).

La dormancia aumenta con la edad del tubérculo (Neeser *et al.*, 1997) y también la sequía puede provocar la latencia de las yemas del tubérculo (Horowitz, 1972).

La bencilamina (BA) estimula la germinación de las yemas de los tubérculos en dormancia. Ni el IAA 1, 10, 100 ppm, ni el GA a 10, 100, 1000 ppm, ni el ethefon a 10, 100, 1000 ppm han estimulado los efectos de la brotación. El ácido abscísico (ABA) contrarestabá el efecto la benzilamina (Teo *et al.*, 1973). Altas concentraciones de eugenol y ácido salicílico inhiben la brotación del *C. esculentus* y del *C. rotundus* (Jangaard *et al.*, 1971).

Palmer y Porter (1959) expusieron la posibilidad de que la latencia de los tubérculos en el suelo era debida a una falta de aireación, una falta de oxígeno

Travlos *et al.*, (2009) enuncian que la solarización de tierras infestadas por *C. rotundus* provoca que la germinación de estos tubérculos sea más rápida.

BIOLOGÍA DE LA PLANTA

El *C. rotundus* pertenece al grupo de especies vegetales C₄, por ello, es sensible a la sombra que le provoca los cultivos de talla alta. Crece bien con alta humedad, alta radiación solar y temperaturas elevadas.

1.5 CICLO DE VIDA DE CYPERUS ROTUNDUS

CICLO DE VIDA

La planta se adapta muy bien al ciclo de cultivo desarrollándose a la vez el cultivo y la mala hierba.

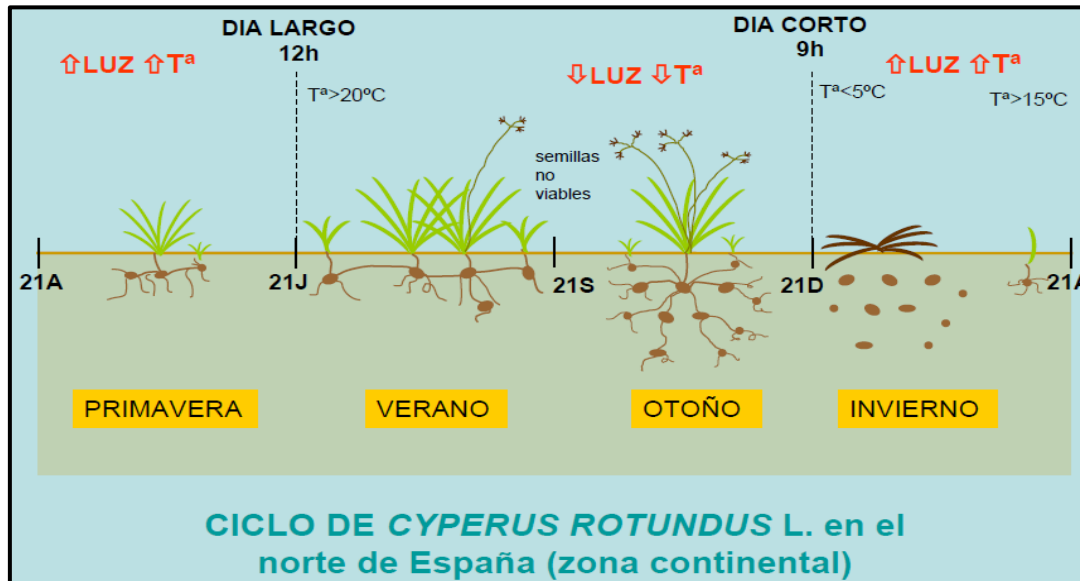


Figura 9: Ciclo del *Cyperus rotundus* en el valle medio del Ebro. (Zaragoza, comunicación personal).

FASE AÉREA

Los tubérculos cuando detectan que las condiciones climáticas e hídricas son las adecuadas (fotoperiodo largo y alta temperatura), inician el engrosamiento de las yemas y originan los primeros rizomas que poseen geocentrismo negativo originando la parte aérea de la juncia (tallos y hojas) y su posterior floración cuando el tallo y las hojas ya se han desarrollado.

FASE SUBTERRÁNEA

Una vez acabada la floración de la planta, coincidiendo con la disminución del fotoperiodo y de la temperatura, se inicia el proceso de tuberización. Del tubérculo inicial se desarrollan los rizomas que tienen geocentrismo positivo, formando unas cadenas de rizomas, originando los nuevos tubérculos.

Se considera que el ciclo de vida de la juncia se inicia con la brotación de los tubérculos:

1.- Brotación del tubérculo y desarrollo de la planta

Los tubérculos se encuentran en estado de latencia en el suelo, hasta que las condiciones son favorables para la germinación.

El calentamiento del suelo es considerado el mejor estimulante de la brotación de esta planta en climas calurosos, mientras que un suelo mojado es la mejor estimulación en climas áridos.

Los rizomas expresan geotropismo negativo (ascienden) a la hora de la germinación de los tubérculos madre para dar lo que se conoce como bulbo basal.

Posteriormente en la etapa de tuberización, el rizoma presenta geotropismo positivo (baja en profundidad) (Stoller, 1987). Si el tubérculo se encuentra muy profundo al germinar, y el rizoma una vez originada la séptima escama no ha encontrado la superficie terrestre, detiene su crecimiento y tuberiza de nuevo. Este proceso se repite tantas veces hasta que el rizoma y futuro tallo emerge del suelo y emite la roseta de hojas en forma trística. El resultado final es el encadenado subterráneo de tubérculos por debajo de la joven planta (Recasens y Conesa, 2009).

La punta del rizoma es fuerte, (hasta llegar al punto que atraviesa el acolchado plástico).

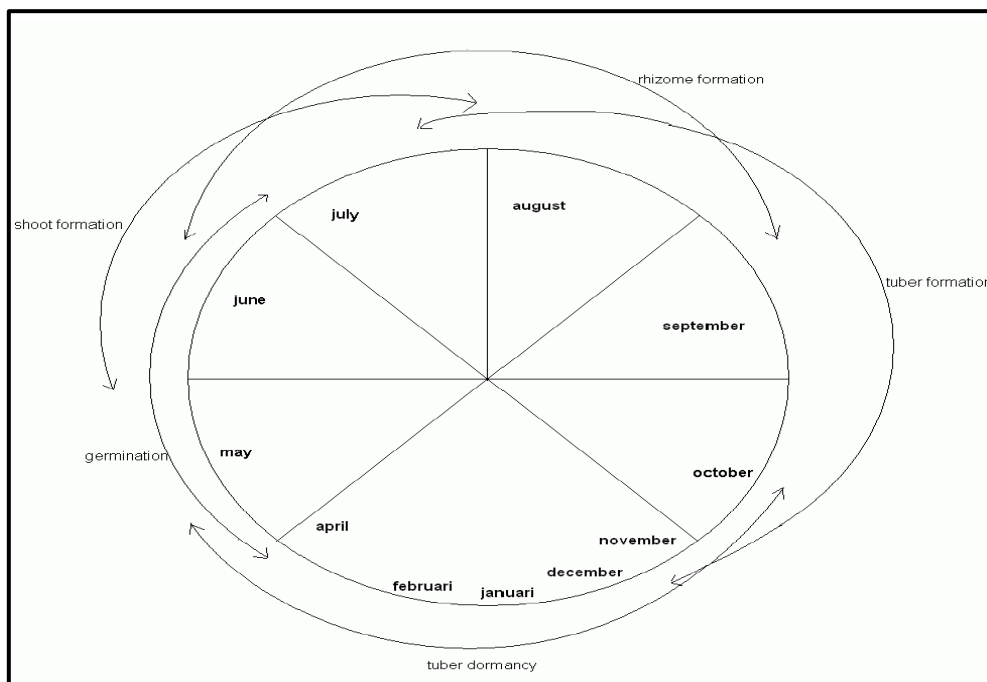


Figura 10: Ciclo del *Cyperus rotundus* en zonas templadas del Norte (Groenendael y Habekotté, 1988).

2.- Desarrollo vegetativo

Varias semanas después de la emergencia de las raíces primarias, los rizomas secundarios crecen horizontalmente desde el bulbo basal. En las primeras etapas de crecimiento se observan unos segundos bulbos basales. El efecto del fotoperiodo en el *C. rotundus* se ve afectado en la producción de bulbos basales o de tubérculos, al igual que ocurre en *C. esculentus*.

3.- Tuberización

La tuberización empieza transcurridos aproximadamente 17 días después de la emergencia de las raíces (Hammerton, 1975), pero la latencia de los tubérculos no se consigue hasta pasada las 8 semanas, coincidiendo con la formación de las flores (Hauser, 1962). A las 6 semanas todavía no se han formado los tubérculos; a las 7 semanas empiezan a aparecer las primeras flores y a las 8 semanas se empiezan a formar algún tubérculo. Los tubérculos son formados por los rizomas o cerca de plantas jóvenes que provienen de un tubérculo original. Aún en este tiempo no hay cadenas de tubérculos. Estos se distribuyen de forma radial tanto en las capas superiores de tierra, como en las profundidades de ésta (Horowitz, 1972).



Fotografía 7: Tuberización de la juncia.

A las 10 semanas aún se ven los tubérculos sueltos y alguno raramente conectado, son tubérculos maduros y tienen unos colores marrones. Las cadenas de tubérculos se encuentran a partir de los 3.5-4.5 meses después de la germinación de la planta madre.

Fotoperiodos cortos inducen la floración, la producción de tubérculos y la producción de ácido salicílico; largos periodos, lo contrario. El proceso de tuberización puede ser por una respuesta al exceso de carbohidratos, sustancias reguladoras de crecimiento, fotoperiodo y temperatura.

4.- Floración

La floración se produce en el tallo floral macizo el cual, sostiene a la inflorescencia. Cabe remarcar que en nuestra zona la floración del *Cyperus* no es importante desde el punto de vista biológico, ya que no produce semillas viables.



Fotografía 8: Floración del *Cyperus rotundus*.

1.6.-EL CULTIVO DE TOMATE DE INDUSTRIA

El tomate de industria es uno de los pocos cultivos hortícolas extensivos en importancia que ha evolucionado de una manera extraordinaria durante los últimos años en España, pasando a ser uno de los más preparados y desarrollados técnicamente. La dificultad de disponer de mano de obra y los costes que se derivan, han hecho tecnificar las labores más costosas, como son la instalación del cultivo y la recolección, así como la mejora de los sistemas de producción como son la utilización de acolchados de plástico, mejora del material vegetal y de las técnicas agronómicas.

La producción mundial de tomate para industria se situó en torno a los 37 millones de toneladas en el año 2010, según Tomato News.

Según Macua *et al.*, (2011) España es la segunda productora de tomate de industria en Europa con una producción total de 2,3 miles de toneladas. Esa producción se reparte de forma desigual por el territorio, correspondiendo el 73% a Extremadura, el 13,5% a Andalucía, un 10,1% a Valle del Ebro.

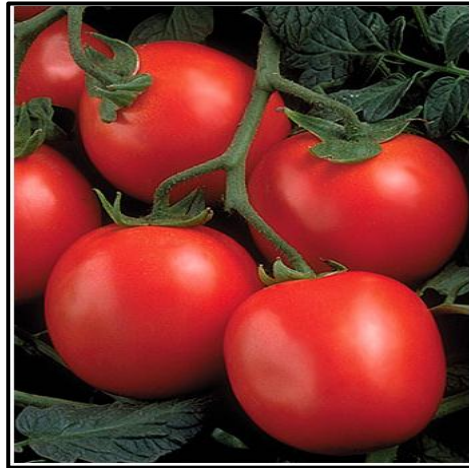


Figura 11: Frutos de tomates de industria.

1.7.- MÉTODOS DE CONTROL

Podemos luchar contra la mala hierba con los siguientes métodos de control:

A. Control Cultural

C. rotundus no se desarrolla bien bajo la sombra o en competencia con otras plantas, por lo cual, los cultivos de crecimiento inicial rápido, compiten ventajosamente debido al sombreamiento que provocan al *Cyperus*. Para favorecer el sombreo de la juncia cabe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Tener variedades mejoradas que se instauren bien y pronto en el terreno y puedan crecer rápidamente desde el principio.
- Una buena preparación del terreno que facilite la implantación del cultivo.
- Densidad óptima de siembra.
- Distancia recomendada entre surcos y entre plantas.
- Nivel apropiado de fertilización.
- Una rotación adecuada de los cultivos y el control oportuno de plagas y enfermedades para favorecer el cultivo y debilitar a la juncia.

- Otra posibilidad de control es la sembrar cultivos de la familia de las *Brassicaceae*, ya que producen glucosinolatos que pueden perjudicar a la juncia. No obstante, esta técnica sólo es efectiva con densidades bajas de tubérculos ya que con altas densidades (50- 100 tubérculos/m²), el tratamiento no es efectivo (Bangarwa *et al.*, 2011).

También es recomendable realizar labores profundas para romper los rizomas y liberar los tubérculos para provocar su desecado ya que están muy próximos a la superficie del terreno (Zaragoza *et al.*, 1994).

Otra técnica cultural que se ha aplicado con éxito es el inundado de la parcela, ya que esta mala hierba no soporta condiciones de anoxia, se degrada su pared celular y muere el tubérculo y por tanto se produce la eliminación de la mala hierba. No obstante, el uso reiterado del uso de inundaciones en campos de arroz, ha hecho que apareciesen ecotipos resistentes a esas condiciones de encharcamiento.

Los tubérculos que se encuentran en zonas profundas del suelo tienen unos tamaños más grandes, en los que acumulan una mayor cantidad de hidratos de carbono (reservas), pudiendo aprovechar los tubérculos esas reservas de hidratos en condiciones de anoxia, manteniéndose en concentraciones estables la ADH (alcohol deshidrogenasa). En zonas que normalmente no están inundadas las reservas de los hidratos de carbono descienden rápidamente. Además la actividad de la lactato hidrogenasa es baja en esas condiciones de inundación, evitando la acidosis celular y por tanto la putrefacción y muerte del tubérculo (Fuentes *et al.*, 2010). A pesar de que en zonas que frecuentemente se inundan han aparecido ecotipos resistentes a la inundación, en general, los *Cyperus* son sensibles a las condiciones de anoxia producida por la inundación, producen la muerte de la juncia. Es importante evitar usar reiteradamente el uso de esta técnica como control de esta mala hierba.

Se ha citado otro método de control consistente en aportar residuos de otros vegetales como por ejemplo *Sorghum*, *Brassicas spp.*, girasol incorporados en cantidades de 12 t ha⁻¹ ya que crean un efecto alelopático que impide que *C. rotundus* pueda germinar (Matloob *et al.*, 2010).

B. Control Mecánico

Existe un conjunto de técnicas de control mecánico muy eficaces para el control de la juncia:

- En ausencia de cultivo se puede utilizar el cultivador durante la estación seca, combinado con el uso de herbicidas para controlar las plantas emergidas. Durigan (2000) consiguió usando 2 aplicaciones de glifosato un descenso del 99% de los brotes de la juncia).

También se puede utilizar el arado de vertedera que provocará un volteo de la tierra y por tanto, los tubérculos profundos se encontrarán en la superficie y en días soleados secarán al tubérculo, además de que los tubérculos sufran heladas en el invierno por estar el tubérculo cerca de la superficie.

- El uso de cultivador es útil debido a que rompen las cadenas de los tubérculos que se encuentran a 15-30 cm y estimulan la brotación de los tubérculos.
- En presencia del cultivo, el *Cyperus* debe eliminarse en los primeros estadios, para eliminar competencias con el cultivo. Si se cortan los brotes cada 2 semanas se pueden reducir la producción de tubérculos en un 60%, y cortes semanalmente provocan el control del *C. rotundus* (Nyahoza, 1973).
- En un cultivo en línea como el tomate de industria se puede emplear la escarda mecánica, por ejemplo con aperos que poseen cepillos. En las parcelas donde se aplicó el cepillo de eje horizontal se obtuvieron rendimientos comparables a los del acolchado plástico (Cirujeda *et al.*, 2007).
- De forma manual.



Fotografía 9: Cepillo de eje horizontal.

C. Control Físico

- **La Piroescarda:** engloba diferentes métodos físicos que utilizan altas y bajas temperaturas o incluso campos eléctricos (Ascard, 1995). La piroescarda no debe confundirse con el fuego, ya que ésta, no quema las plantas, sino que las calienta rápidamente, produciendo la ruptura de las membranas celulares y consigue una deshidratación de las células y por consiguiente, de los tejidos de crecimiento, originando la muerte de la planta o su debilitamiento (Ascard, 1995). La efectividad de la piroescarda está condicionada por factores biológicos como pueden ser las características morfológicas que tiene la planta tratada, el estado de crecimiento, el tamaño de la planta, la densidad de planta, etc. Otros factores ambientales que influyen: son la humedad de las hojas, la superficie del suelo, el viento y la presencia de materiales secos inflamables. El coste de la piroescarda es generalmente mayor que el coste de los métodos químicos, principalmente por el alto coste de adquisición de la maquinaria y la baja capacidad de rendimiento en el campo. Es importante controlar la velocidad de tratamiento, para obtener un buen control de las malas hierbas. En los ensayos realizados por Cirujeda *et al.*, (2007) en Montañana, la piroescarda necesitó hasta tres aplicaciones para controlar especies como la juncia.

- **Biosolarización:** el uso de acolchados transparentes hace que la temperatura sea mayor en esa zona, alcanzándose los 40°C a unos 10 cm de profundidad (Johnson, 2007), provocando que los tubérculos se puedan desecar (Bangarwa *et al.*, 2009). La combinación de biosolarización con riego por inundación ha hecho que el número de tubérculos disminuyese (López Cosme *et al.*, 1993). Travlos *et al.* (2009) enuncian que la solarización de tierras infestadas por *C. rotundus* provoca que la germinación de estos tubérculos sea más rápida.

- **Acolchados:** es una manera de colocar barreras físicas para evitar que la planta se desarrolle, fructifique y evitar las pérdidas de rendimiento. El acolchado es una técnica de semiforzado que consiste en cubrir total o parcialmente el terreno de cultivo con una lámina de plástico u otros materiales alternativos como la cobertura vegetal de plantas vivas, trozos de partículas orgánicas e inorgánicas. Estos materiales van a tener una función de barrera, bien evitando que la luz no llegue a las semillas que están latentes en el suelo, o por simple barrera física impidiendo su emergencia, como ocurre en el caso de *C. rotundus* (Moreno *et al.*, 2006).

Según Zaragoza (1994) estas son las ventajas e inconvenientes de las cubiertas inertes, orgánicas o inorgánicas:

❖ Beneficios:

Controlan las malas hierbas.

- Disminuyen la necesidad de escarda mecánica o química.
- Aumentan el desarrollo de las raíces superficiales.
- Conservan la estructura del suelo.
- Evitan la compactación del suelo.
- Reducen la evaporación del suelo y del agua.
- Disminuyen la erosión del suelo.
- Aíslan térmicamente el suelo.

❖ Desventajas:

- Gastos de instalación y mantenimiento.
- Mayor riesgo de heladas.
- Mayor incidencia de algunas plagas (hongos, caracoles, roedores).
- Posibles encharcamientos.
- No se excluye de utilizar otras técnicas para controlar la juncia.
- Limitaciones particulares de algunos materiales como el plástico → retirada y reciclado.
- La mayor fragilidad del acolchado de papel durante su colocación.

La aplicación de glifosato a las parcelas que no tenían acolchado, provocó una reduciendo el nº de plantas en un 60% (López Cosme *et al.*, 1993).

1. ACOLCHADOS CON PLÁSTICOS (polietileno)

Una de las alternativas a los herbicidas y que los horticultores de España llevan empleando desde hace años, es el uso de cubiertas plásticas con polietileno negro. El PE es el acolchado más usado en la producción de vegetales (Coolong, 2010). Como es bien sabido, el uso de acolchado de polietileno conlleva una serie de ventajas técnico-ambientales. Entre otras cabe destacar (Moreno *et al.*, 2006):

- Se mantiene la humedad del suelo al disminuir la evaporación, con lo que además de economizar un bien tan escaso como es el agua, facilita que las raíces de las plantas encuentren la humedad suficiente a poca profundidad.
- A su vez, debido a la formación de esta humedad superficial, se reduce el lavado de elementos fertilizantes.
- Se mejoran las condiciones térmicas del sistema radicular de la planta, incrementando la temperatura del suelo durante el día, mientras que por la noche, al dificultar la salida de radiación infrarroja de onda larga de la superficie terrestre, retiene parte del calor, produciéndose una amortiguación en sus fluctuaciones, lo que confiere precocidad al cultivo.
- Al ser el acolchado negro, evita que la mala hierba tenga la luz solar necesaria.
- Aumenta el rendimiento al controlar las malas hierbas.
- Mejora la calidad de los productos al evitarse el contacto de estos con el terreno.

Uno de los principales inconvenientes de esta técnica es que no controla la juncia ya que perfora el plástico (Bangarwa *et al.*, 2011), otras especies aprovechan pequeñas fisuras para crecer como es el caso de *Convolvulus arvensis*. La colocación y posterior retirada del plástico, provoca un alto coste energético y financiero (Coolong, 2010). Otro inconveniente del uso del plástico de polietileno es que en años muy calurosos puede perjudicar a los cultivos debido al excesivo calentamiento del suelo (Macua *et al.*, 2005). Pero probablemente el problema de generación de desechos sea uno de los mayores inconvenientes. En la normativa de Producción Integrada es obligatorio eliminar los residuos de plástico del campo. La dificultad en el manejo de los residuos de cubiertas plásticas en el campo comienza por su retirada, actividad lenta y laboriosa, ya que el PE se rompe con gran facilidad tras la cosecha mecánica del tomate. Si bien diferentes investigadores y casas comerciales han desarrollado maquinaria especializada para retirar estos residuos del campo. Lo más común es adaptar otros aperos (rastrillos, cultivadores,...).

Webster (2005) estudió los tubérculos de la juncia bajo acolchados transparentes de polietileno con 25 micras de espesor (mayor espesor que el que se utiliza habitualmente como acolchado de hortalizas en España) y en un testigo. El crecimiento de tallos y tubérculos en el PE fue similar al testigo. El PE transparente redujo la biomasa de los tubérculos, pero en el control de la emergencia de tallos no se vieron diferencias significativas. *C. esculentus* es obstaculizado por el acolchado y controla su emergencia pero *C. rotundus* atraviesa el PE (Webster, 2005).

2. PLÁSTICOS BIODegradables

Los acolchados con polímeros biodegradables están constituidos por polímeros naturales como el almidón. Los microorganismos rompen las largas cadenas y causan su degradación en CO₂ y agua (Quezada *et al.*, 2000). Los plásticos biodegradables intentan dar soluciones a dos problemáticas de fondo que conlleva el uso de acolchado de polietileno:

- Acabar con un problema de residuos y contaminación
- Ahorrar en el consumo de recursos fósiles no renovables.

Los polímeros biodegradables con un mayor potencial son aquellos que provienen de recursos renovables, concretamente del propio sector agrícola: almidón de distintos orígenes, fibras vegetales, aceites vegetales, etc., siendo el más utilizado el almidón.

Los plásticos biodegradables tienen la ventaja de que se puede utilizar para su instalación la misma maquinaria que la utilizada para los plásticos de polietileno.

El principal problema para la utilización de los plásticos biodegradables es el coste actual de los materiales comercializados actualmente en el mercado, ya que suponen un gasto para el agricultor de 3 a 4 veces del acolchado convencional, lo que está limitando su empleo (Macua *et al.*, 2005).

Además, la juncia atraviesa los plásticos biodegradables incluso más que el PE (Anzalone *et al.*, 2010).

3. PLÁSTICOS FOTODEGRADABLES

Los plásticos fotodegradables son similares al PE pero incluyen en su formulación algunos compuestos como el CO o vinil cetona que son inyectados a intervalos en la cadena del polímero, lo que hace que la degradación sea más rápida y el polietileno se rompa en cadenas más cortas (Quezada *et al.*, 2000).

Los plásticos fotodegradables se descomponen por acción de la luz solar, pero por su composición podrían aportar metales pesados al suelo y, además se desconoce con exactitud el tiempo que tardan en degradarse, por lo que en ocasiones su rotura se puede producir en un plazo distinto al deseado (Moreno *et al.*, 2006).

4. ACOLCHADOS DE PAPEL

El papel es una alternativa interesante al uso de plásticos como cubiertas de suelo, ya que es biodegradable y porque controla *C. rotundus*. Probablemente una de las mayores limitaciones para el uso de este material sea el manejo de la maquinaria durante su colocación, ya que se rompe con facilidad, aunque la instalación mecánica es factible si bien hay que adaptar la acolchadora. Otra desventaja puede ser la durabilidad del mismo en condiciones de campo, debido a que la humedad y el sol pueden acelerar su degradación. También el coste del material es superior al del PE.

5. ACOLCHADO ORGÁNICO (RESTOS VEGETALES)

Estos materiales son utilizados en cultivos hortícolas ecológicos, ya que parte de los componentes pasan al suelo a formar parte del humus cuando se degradan (Guiberteau y Labrador, 1992). Su principal inconveniente es que es caro de repartir por toda la fila del cultivo y en condiciones atmosféricas adversas puede ser arrastrado por el viento.

Aplicando 15 toneladas por hectárea de acolchado de sorgo fue posible controlar la emergencia de *C. rotundus* (Mahmood y Cheema, 2004). También Anzalone *et al.*, (2010) encontraron una eficacia de control de esta especie aplicando 10t/ha de paja de cebada, arroz y maíz.

6. OTROS ACOLCHADOS

En el mercado existen acolchados plásticos que contiene Telone C35 (63.4% 1,3-dicloropropeno, 34.7% cloropirrina, 1.9% ingredientes inertes) que controla malas hierbas e incluso nematodos y además poseen mayores espesores que los utilizados habitualmente en la horticultura para impedir la penetración de la juncia, además estos, tienen otras características como la de dejar atravesar la luz infrarroja impidiendo que otras longitudes de onda atraviesen el acolchado, comprometiendo la capacidad fotosintética de la juncia. La luz roja o infrarroja hace que el ápice de la hoja cambie y sea más blanda impidiendo atravesar el plástico. El polietileno de color metalizado controla la mayor cantidad de malas hierbas además de aumentar el rendimiento de tomate (Thomas *et al.*, 2009).

Patterson en (1998) demostró que la falta de penetración de *C. rotundus* a través de acolchado plástico de color no se debe a solarización, sino más bien debido a la naturaleza selectiva de la longitud de onda de la película de plástico.

También en el mercado existen acolchados polimerizados con aceite vegetal recubierto con coberturas de papel que controlan también a la juncia (Shogren y Rousseau, 2005).

D. Control químico

Según numerosos estudios se ha podido llegar a la conclusión de que muchas plantas de *C. rotundus* tienen la capacidad de atravesar cubiertas plásticas opacas que otras plantas no pueden atravesar, por eso es conveniente, usar otro tipo de lucha, por ejemplo el control químico, en este caso, el problema es que hay muy pocas sustancias activas que destruyan al *Cyperus* y no al cultivo (Bangarwa *et al.*, 2009.); estas sustancias y el grado de sensibilidad de la juncia se reflejan en la siguiente tabla3:

| Materia activa | Sensibilidad |
|-------------------|-----------------------|
| Quizalofop-p-etil | Sensible |
| Fluazifop-p-butil | Sensible |
| Benfuresato | Sensible |
| Glifosato | Sensible |
| Glufosinato | Medianamente sensible |
| Rimsulfuron | Medianamente sensible |
| Sulcotriona | Sensible |

Tabla 3: Sensibilidad de la juncia a algunos herbicidas.

En preemergencia no existe ningún herbicida registrado para el control de *C. rotundus* (Blum *et al.*, 2000). Aplicaciones de *S-metalocloro* en preemergencia están permitidas, pero no para la juncia sino para el control de *C. esculentus* (Anonymous, 2004). El *metalocloro* en preemergencia dio un mal resultado en el control del *Cyperus* en vegetales. El *Halosulfuron* aplicado en post-emergencia controlaba el *C. rotundus* (Grichar *et al.*, 2003) y la *sulfentrazona*, redujeron la viabilidad de los tubérculos en una media de 50-55% (Blum *et al.*, 2000). Otros autores como Rahnavard *et al.*, (2010) afirman que pueden alcanzar reducciones de hasta un 85% en el número de tallos de juncia con tratamientos con *sulfentrazona*.

Los herbicidas de contacto pueden ser útiles para reducir la población de *Cyperus*, pero no logran erradicarla. Aplicaciones de herbicidas sistémicos como el glifosato antes de las heladas (otoño), una vez cosechado el tomate controlan la población de la juncia, ya que en esa época el *C. rotundus* moviliza reservas que van a los tubérculos y en esas reservas está la sustancia activa (Nuez, 1995). Por tanto se puede decir que el glifosato es efectivo para el control de la juncia. Así pues, se puede utilizar glifosato, pero para que los resultados sean correctos se necesita al menos 24 horas de tiempo seco después de la aplicación para que no haya lavados y pueda ser eficiente el uso del glifosato (Kogan, 2000). El uso de herbicidas poco selectivos para el cultivo, hace que se encuentren frecuentemente problemas de fitotoxicidad. Respecto a los factores que afectan al medio ambiente, se tiene especial preocupación por la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales, dado que muchas de las áreas de producción hortícola están cercanas a lugares con la capa freática muy superficial a llanuras fluviales y a ríos, aumentando la superficie de agricultura ecológica (Zaragoza y Cirujeda, 2005).

En conclusión se puede decir que para eliminar la mala hierba en ese periodo crítico del tomate, se deberán sumar todas las técnicas (físicas, mecánicas, químicas), en ese periodo y si se puede también en el resto el cultivo de tomate, para que esté libre de malas hierbas. Además de los controles clásicos de control, se pueden utilizar otras técnicas que se describen a continuación:

E. Control biológico

También se puede utilizar microherbicidas que son obtenidos del hongo *Dactylaria higginsii*. Repeticiones del tratamiento en un mismo ciclo de la juncia provocan un control de la población en un 90% (Yandoc *et al.*, 2006).

F. Control integrado

Para tener una disminución considerable de la población, la mejor forma es combinar alguno de los métodos antes descritos para controlar la población de *Cyperus rotundus*, se recomienda realizar una lucha integrada que está formada por un conjunto de labores que son las siguientes (Zaragoza *et al.*, 1994):

- 1.-Labores profundas para romper los rizomas y liberar los tubérculos para provocar su desecado subiéndolos a las partes más superficiales del terreno.
- 2.-Regar inundando la parcela donde se encuentra la juncia para que muchos tubérculos no puedan brotar debido a condiciones de anoxia.
- 3.-Colocación de acolchados con papel en la línea del cultivo y entre calles aplicar un herbicida sistémico como por ejemplo glifosato, evitando que el herbicida llegue al cultivo, como por ejemplo de tomate. Se recomienda aplicar glifosato al final del ciclo de tomate ya que no afecta al cultivo y si a la juncia, ya que el herbicida tiene más efecto debido a la movilización de reservas que van al tubérculo, teniendo mayor efecto fitotóxico.
- 4.-Otras medidas: La siega en cultivos que estén adaptados a ella (alfalfa); evitar los arrastres de tubérculos y el transporte a través del agua de riego. También se puede usar la solarización en combinación con la aplicación de un herbicida sistémico inmediatamente después de solarización.

2.- OBJETIVOS

1. Estudiar la capacidad de control de malas hierbas y en especial de *Cyperus rotundus* que tienen los acolchados con láminas de papel, de polietileno y de plásticos biodegradables en un ensayo de campo y en macetas.
2. Estudiar la influencia que tiene *C. rotundus* sobre la producción de biomasa de la planta de tomate y sobre la producción de tomate.
3. Determinar el comportamiento de los tubérculos de *C. rotundus* debajo de los acolchados en el ensayo de campo y de macetas.
4. Estudiar diferentes procedimientos para conservar los tubérculos de *C. rotundus* y determinar su posterior viabilidad bajo unas condiciones de humedad y temperatura establecidas.

3.- MATERIAL Y MÉTODOS

Se han llevado a cabo tres ensayos que se describen de forma separada.

1.- Ensayo de campo con acolchados biodegradables para el control de *Cyperus rotundus*

2.- Ensayo en macetas con acolchados biodegradables para el control de *C. rotundus*

3.- Respuesta de la brotación de *C. rotundus* a distintas condiciones de almacenamiento.

ENSAYO 1

Ensayo de campo con acolchados biodegradables para el control de *Cyperus rotundus* L.

3.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL ENSAYO

El ensayo se localizó en la finca de San Bruno perteneciente al CITA (Montañana, Zaragoza), cuyo polígono es el 17 y la parcela 8 ocupando una superficie total de 1.15 ha. Las coordenadas son 41º 43'45,75'' de latitud Norte y 0º 48'29.28'', de longitud Oeste, situándose la parcela a una altura de 218 s.n.m. En cuanto a la características edafológicas, la parcela se encuentra situada en una terraza cercana al río Gállego, según la clasificación WRB (FAO), se puede considerar el suelo de la zona, como un fluvisol óchrico, presentando abundantes elementos gruesos, tratándose de un suelo originado por sedimentos. La textura es franca con 36% arena, 40% limo, 24% arcilla. Tiene un pH de 7.1 y un contenido en materia orgánica del 2%.

3.2. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO

3.2.1. Caracterización meteorológica

Para la caracterización meteorológica de la zona de ensayo, se han considerado los meses del cultivo del tomate en la campaña 2011. Los datos (figura 12) han sido recogidos de la estación Meteorológica de Montañana facilitados por la oficina del regante para el año del ensayo (2011).

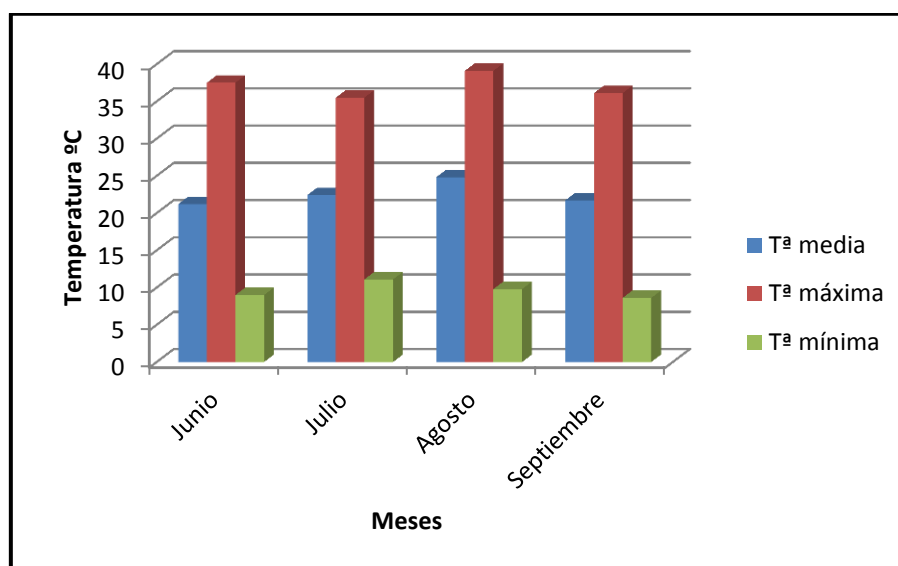


Figura 12: Media de Temperaturas medias, máximas y mínimas del año 2011 en Montañana (Zaragoza) durante los meses del ensayo.

3.3 DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

El diseño experimental (foto 10) constó de 5 tratamientos repetidos en 4 bloques al azar, (figura 13) con un orden determinado por sorteo, mediante el uso del programa informático RANDOM.ORG. Los tratamientos fueron los siguientes:

- 1.- Testigo sin desherbar.
- 2.- Acolchado con polietileno negro, 15 micras.
- 3.- Acolchado con plástico negro biodegradable (Mater-Bi®), 15 micras.
- 4.- Acolchado con papel negro Mimgreen®, 85 g/m².
- 5.- Acolchado con papel negro Smurfit®, 50 g/m².



Fotografía 10: Ensayo general de tomate en la finca San Bruno en Montañana.

La distancia de centro a centro de mesas fue de 1,5 m. Las mesas midieron 0.7 m de anchura y 20 m de longitud, ocupando una superficie de 14 m² (figura 13). Se plantó una única línea de tomate por mesa. La variedad de tomate de industria utilizada fue Perfectpeel®, un tomate híbrido con alto rendimiento en producción de tomates que maduran aproximadamente a los 110 días después del trasplante. Este híbrido da lugar a plantas moderadamente vigorosas que muestran un buen concentrado de zumo apto para conservas, ya que se pela con facilidad. El fruto es de color rojo brillante y de piel firme. El peso medio del fruto ronda los 55-65 gramos. Resiste a *Alternaria dauci* f. sp. *Solani* Ellis y Martin, *Verticillium dahliae* Kleb., bacterias, *Fusarium oxysporum* Schelecht f sp *radicis-lycopersici* Jarvis y Shoemaker.

La figura 13 muestra la disposición de las cubetas al inicio de la fila de los 5 tratamientos de los que se ha realizado el ensayo.

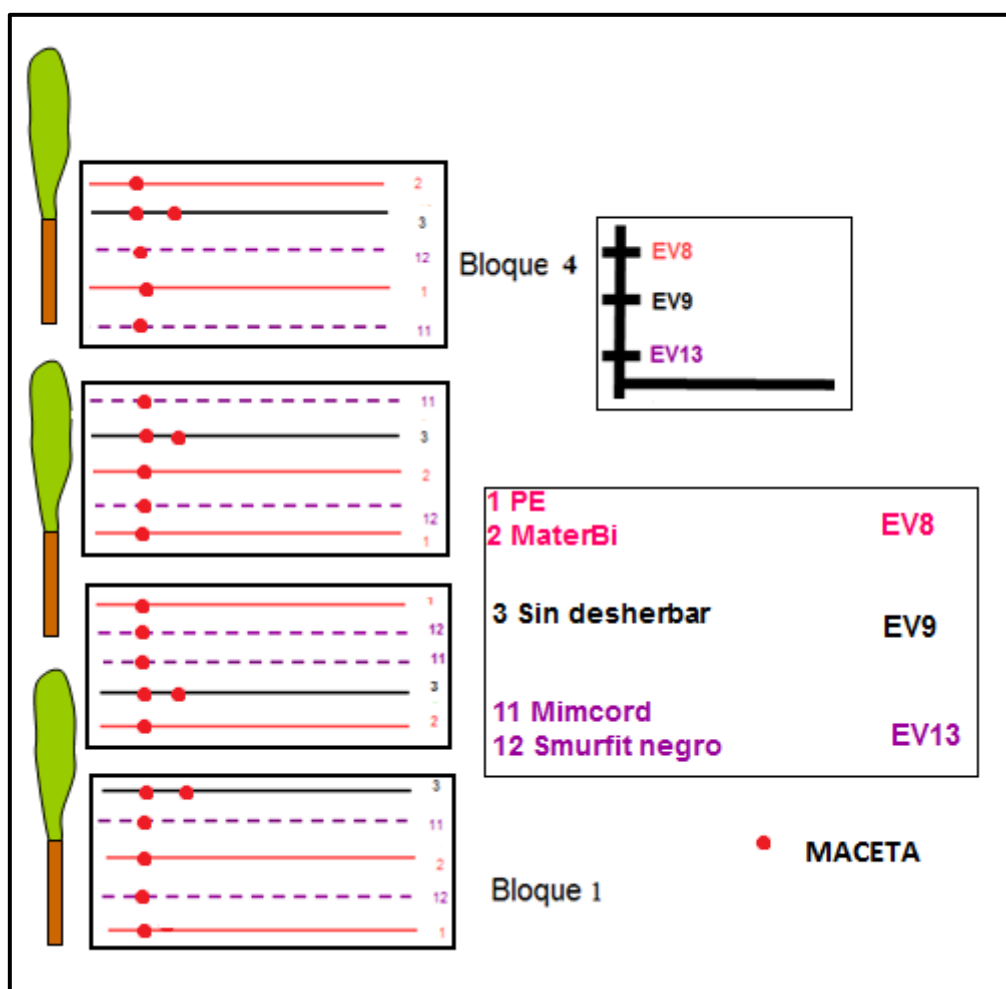


Figura 13: Croquis del ensayo.

En el campo descrito se observó la presencia de *C. rotundus* de forma espontánea. No obstante, debido a que estaba distribuido de forma irregular, se decidió trabajar adicionalmente con tubérculos de *C. rotundus* colocados bajo los acolchados en espacios confinados. Para ello se utilizaron unos contenedores de plástico de 38 x 30 cm. En la parte inferior de las cubetas se hicieron 2 agujeros para facilitar la percolación y drenaje, y se colocaron en medio de las mesas enterrándolas, quedando el borde al mismo nivel que la superficie (fotografía 11). Se cribó la tierra para eliminar la presencia de piedras y de tubérculos de *C. rotundus* que pudiera haber en la tierra y se rellenaron las cubetas. Posteriormente, se procedió a “sembrar” los 59 tubérculos clasificados en tres tamaños (5 tubérculos grandes: >1.5 g, 18 medianos 0.5-1.5g; y 36 pequeños <0.5g) en las 20 cubetas (5 cubetas por 4 repeticiones) a una profundidad de unos 8 cm. A continuación se procedió a colocar el acolchado en la mesa que cubría la cubeta.



Fotografía 11: Siembra de los tubérculos en cada maceta a una profundidad de 8 cm.

El sistema de riego utilizado fue el goteo, con portagoteros incorporados con una separación entre emisores de 0.2 m y un caudal de 2 l/gotero y hora. Los tratamientos se regaban de forma separada, por medio de un riego controlado por un programa de riego que acciona las correspondientes electroválvulas.

El polietileno y Mater-Bi® fueron agrupados conjuntamente, los 2 papeles también, el testigo sin desherbar recibió el agua necesaria controlada por otra electroválvula. De este modo se aportó el agua necesaria para cada tratamiento de forma individualizada.

Electroválvula 8 → Tratamiento **PE** y **Mater-Bi®** (plásticos).

Electroválvula 9 → Tratamiento **Sin Desherbar**.

Electroválvula 13 → Tratamiento **Mimgreen®** y **Smurfit®** (papeles).

Detrás de cada una de las electroválvulas se colocó un contador. El primer día se regaron todos los tratamientos durante 12 horas para mejorar la implantación del cultivo. El resto del tiempo de duración del ensayo se decidieron los tiempos de riego en función de las lecturas de las sondas ECH₂O y de los datos de evapotranspiración de referencia suministrados por la página web de la oficina del regante del gobierno de Aragón (<http://servicios.aragon.es/oresa/>) y la K_c del cultivo.

A pesar de los orificios realizados en la base de las cubetas se produjeron encharcamientos posiblemente debidos a que la porosidad de las cubetas disminuyó considerablemente a consecuencia de que se cribó la tierra. Para evitarlo, se precintaron los emisores con cinta aislante para regar las cubetas de forma controlada. La tabla 4 muestra los detalles de las dosis de riego:

| | ETO mensual (mm) | ETO diaria (mm) | Dosis de riego (litros) por cubeta |
|------------|---------------------|--------------------|---------------------------------------|
| Junio | 183 | 6,1 | 0.2 |
| Julio | 203 | 6,5 | 0.4 |
| Agosto | 175,4 | 5,7 | 0.7 |
| Septiembre | 126,8 | 4,2 | 0.5 |

Tabla 4: Evapotranspiraciones y dosis de riego diaria en Montañana (Zaragoza) en el ciclo del tomate 2011.

Se controló semanalmente la población de *Helicoverpa armigera* L (foto 12); se colocó una trampa cedida por el Centro de Protección Vegetal. Consta de cápsulas de una feromona que atrae a los machos y de una pastilla de insecticida en el recipiente (AVP). También se hizo un seguimiento de *Tuta absoluta* Meyrick con una trampa delta.



Fotografía 12: Trampa de *Helicoverpa armigera*.

3.4. DESARROLLO DEL ENSAYO

3.4.1 Descripción de las labores

3.4.1.1 Labores de preparación

Primero se realizó una labor de subsolado a mediados de abril, se aplicó el abonado de fondo de 30 t/ha de estiércol, ya que previamente se había incorporado un abono en verde, de la colza que se había cultivado en la parcela en el invierno, posteriormente se dio un pase de con el cultivador a finales de abril.

3.4.1.2 Formación de las mesas

En la semana de la plantación se conformaron las mesas. Se realizó de forma mecánica utilizando una conformadora de mesas de talleres Gadea (Tauste, Zaragoza). Las mesas tenían unas dimensiones de 0.7 m de anchura por 20 m de longitud.



Fotografía 13: Formación de las mesas.

3.4.1.3 Colocación de las cubetas en las mesas

Se sembraron los 59 tubérculos en cada cubeta (es un número raro, ya que al hacer los grupos no tenía más tubérculos) (5 grandes (>1.5g), 18 medianos (1.5-0.5g) y 36 pequeños (<0.5g), a una profundidad de 8 cm. Los tubérculos se recogieron de campos del CITA los últimos días del mes de mayo, y de la maceta de *Cyperus rotundus* del jardín botánico.

Se conservaron a temperatura ambiente (30°C) durante 3 días antes de proceder a enterrarlos en las cubetas, las cuales se colocaron a nivel del suelo, según la fotografía 14.



Fotografía 14 Colocación de las cubetas en el ensayo de campo.

3.4.1.4 Colocación de los diferentes acolchados

La colocación de los acolchados se efectuó de forma mecánica adaptando la acolchadora para cada material.



Fotografía 15: Colocación del acolchado de polietileno.



Fotografía 16: Colocación del papel Mimgreen®.

3.4.1.5 Trasplante de la planta de tomate

El trasplante se realizó manualmente el 3 de junio, con trasplantadora tipo “picaraza”. La plantación se realizó a 1.5 m de centro a centro de mesa y 0.2 m entre plantas, lo que nos da una densidad de 33000 plantas/ha al haber una única línea de tomate por mesa.



Fotografía 17: Detalle de la picaraza Fotografía 18: Plantación del tomate de industria.

3.4.1.6 Aplicación de abonado

En las labores preparatorias a la plantación de tomate se realizó un abonado en verde (enterramiento de veza) y de fondo con estiércol, a razón de 30 t/ha. El resto del abonado se aplicó mediante fertirrigación con un abono con fórmula 4 kg/ha N-P-K: 10/15/30. Siendo el abono utilizado durante todo el ciclo del tomate.

3.5 PARÁMETROS DETERMINADOS

En las cubetas y en las líneas con los diferentes tratamientos, se determinaron los siguientes parámetros:

3.5.1. Conteo de malas hierbas

- Líneas de cultivo

Para conocer la eficacia de control de cada tratamiento, se realizaron 3 conteos de malas hierbas en cada línea a los 21, 42 y 63 días después del tratamiento (DDT). En cada una se ha valorado la cobertura del suelo por las malas hierbas (evaluación visual, dada la cantidad de cobertura en tanto por ciento) y se ha realizado el conteo de las mismas separando por especies. Adicionalmente a los 63 DDT se pesaron en fresco en una báscula con una precisión de 10 mg y un peso máximo de medida de 1200 g. Se secaron en estufa a 60°C hasta que se desecaron completamente, pesándose de nuevo en la báscula obteniendo el peso seco; todo ello se realizó para evaluar la biomasa de las mismas.

No se evaluaron las malas hierbas que aparecieron en las calles, ya que se mantuvieron limpias con labores mecánicas (uso del cultivador y herbicida).

Los conteos de las distintas especies de malas hierbas se han realizado con un rectángulo metálico de 0.2 m² encima de las mesas de cultivo, en 4 puntos de muestreo marcados. También se ha valorado en esa superficie la cobertura del suelo por malas hierbas.



Fotografía 19: Conteo de malas hierbas con el rectángulo de 0.2 m².

- Cubetas

Para conocer la eficacia de control de cada tratamiento, se realizaron los conteos de cada cubeta a los 21, 42 y 63 DDT. En cada una se ha realizado el conteo de malas hierbas separando por especies.

3.5.2. Determinación de la degradación de los diferentes acolchados en las filas

Para describir la degradación de los materiales en campo en función del tiempo, se usó una escala visual facilitada por (Martín-Closas y Pelacho, 2004), una escala numérica de 1 a 9, en la cual se valoran 2 características del acolchado (tabla 5): Realizándose una observación por repetición.

1.- Degradación Zona Externa: la valoración mediante escala numérica de 1 a 9. El valor 1 se refiere al material completamente degradado, mientras que el 9 se refiere a film intacto.

2.- Degradación Zona Enterrada: el valor de 1, significa que el material está completamente degradado y el 9, que está totalmente intacto.

| Característica a valorar | Peor valoración | Valoración intermedia | Mejor valoración |
|----------------------------|-----------------|-----------------------|------------------|
| Degradación Zona Externa | 1,2,3 | 4,5,6 | 7,8,9 |
| Degradación Zona Enterrada | 1,2,3 | 4,5,6 | 7,8,9 |

Tabla 5: Escala visual para determinar la degradación de los diferentes acolchados

3.5.3. Evolución de los tubérculos de *Cyperus rotundus* en las cubetas

Se quiso conocer el número de tubérculos después de finalizar el ciclo (fin de septiembre) para conocer la respuesta que habían tenido los tubérculos bajo las condiciones del ensayo. Para ello, se sacaron las cubetas del campo, se puso a secar la tierra, se cribó y se separaron los tubérculos de *C. rotundus*. Éstos fueron pesados y clasificados por las mismas categorías de pesos utilizadas al inicio del ensayo cuando se enterraron los tubérculos.

ENSAYO 2:

Ensayo en macetas con acolchados biodegradables para el control de *C. rotundus* L.

3.0 INTRODUCCIÓN

Se repitió el ensayo del *Cyperus* de campo (parcela de San Bruno), en condiciones de macetas situadas en el jardín botánico de malas hierbas del CITA.

3.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL ENSAYO

El ensayo se situó en el jardín botánico de malas hierbas perteneciente al CITA (Montañana, Zaragoza), cuyo polígono es el 17 y la parcela 27. Las coordenadas son 41º 43' 23.02'' de latitud Norte y 0º 48' 30.07'' de longitud Oeste. La parcela se sitúa a una altura de 218 s.n.m.

3.2. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO

3.2.1. Caracterización meteorológica

Para la caracterización meteorológica de la zona de ensayo, se han considerado los meses del cultivo del tomate. Los datos han sido recogidos de la estación Meteorológica de Montañana facilitados por la oficina del regante para el año del ensayo (2011).

3.3 DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

El diseño experimental (figura 14) constó de los mismos 5 tratamientos realizados en el ensayo de campo repetidos en 3 bloques al azar, con un orden determinado por sorteo, mediante el uso del programa informático RANDOM.ORG. Los tratamientos fueron los siguientes:

- 1.- Testigo **sin desherbar**.
- 2.- Acolchado con **polietileno negro** de 15 micras.
- 3.- Acolchado con plástico negro biodegradable (**Mater-Bi®**) de 15 micras.
- 4.- Papel con papel negro **Mimgreen®** de 85 g/m².
- 5.- Papel delgado **Smurfit®** de 50 g/m².

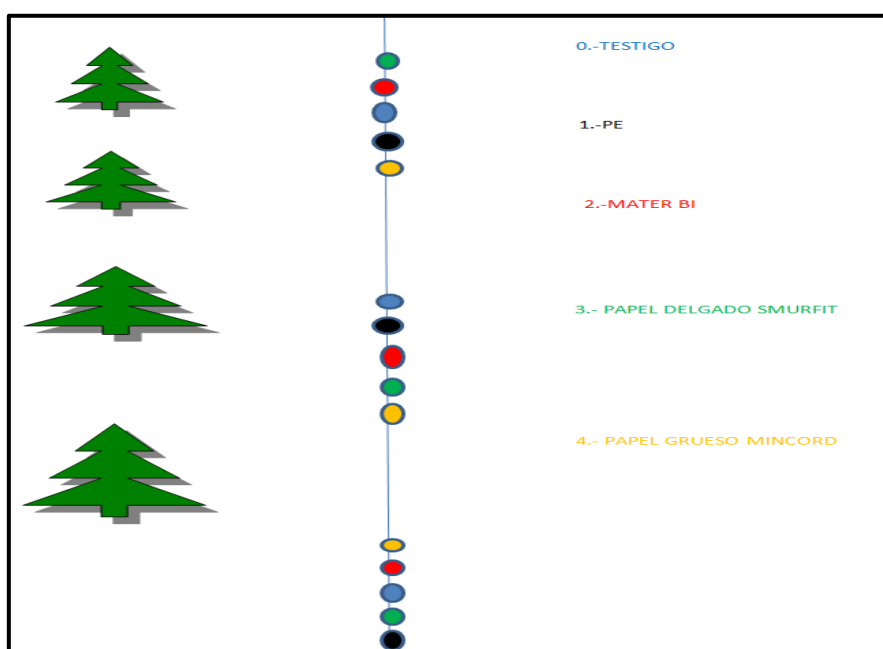


Figura 14: Diseño de la colocación de macetas del ensayo 2.



Fotografía 20: Vista general del ensayo de macetas (ensayo 2).

Las dimensiones de las macetas fueron de 45 cm de diámetro mayor, 35 cm de diámetro inferior y 32 cm de altura, por tanto de un volumen de 38.4 litros y la superficie de la maceta fue de 0.15 m². Las macetas se rellenaron con tierra previamente solarizada para asegurarnos la ausencia de tubérculos viables y de otras malas hierbas. Posteriormente se procedió a sembrar 17 tubérculos en cada una de las 15 macetas (5 macetas por 3 repeticiones).

3.4. DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

3.4.1 Descripción de las labores

3.4.1.1 Relleno de las macetas

La parte inferior de las macetas se llenaron con una capa de 4 cm de grava de 2 cm de diámetro para que drenasen con facilidad. A continuación se llenaron con tierra solarizada mezclada conjuntamente con turba en proporción 1:2. Se colocaron las macetas en una orientación adecuada, evitando sombreamientos.

3.4.1.2 Siembra de los tubérculos

En cada maceta se sembraron 17 tubérculos: 2 grandes (>1.5g,) 4 medianos (0.5-1.5g), 2 pequeños (<0.5g) en la parte superior de la maceta (0-8cm) y 1 grande, 5 medianos y 3 pequeños (en la parte inferior de la maceta (8 cm a 20 cm).



Fotografía 21: Tubérculos de *Cyperus rotundus* antes de ser sembrados en la maceta.

3.4.1.3 Colocación de los diferentes acolchados

La colocación de los acolchados se efectuó de forma manual. Se recortó el material en forma de círculo, con la medida del diámetro de la boca de la maceta y se sujetó con piedras en los bordes de las macetas para evitar que el viento lo levantara y tratando de tensar los materiales lo máximo posible.

3.4.1.4 Trasplante de la planta de tomate y colocación de los tutores

El trasplante se realizó manualmente el 17 de junio, se trasplantó una planta de tomate por maceta con trasplantadora tipo “picaraza” igual que la empleada en el ensayo de campo. El híbrido de tomate empleado fue Perfectpeel®, el mismo utilizado para el ensayo de campo. Debido a las rachas fuertes de cierzo, se decidió poner un tutor por planta y realizar varios atados a las plantas de tomate, para que evitar que el viento pudiera partir las plantas de tomate.

3.4.1.5 Aplicación de abonado

Se procedió a realizar los respectivos aportes de abonado, con la fórmula N-P-K: 15/10/15. El abono utilizado en el crecimiento del tomate fue Hakaphos® verde 15-10-15, utilizando posteriormente del cuajado de los frutos, un abono Hakaphos® naranja 15-5-30.

Según fuentes consultadas: Nuez *et al.* (1999), Rodríguez *et al.* (1997) se determinó que las necesidades de nutrientes en el tomate fuesen las siguientes:

-N → 350 kg/ha

- P → 150 kg/ha

-K → 500 kg/ha

Para ello se abonó a razón de 0.6 g de abono Hakaphos® verde por maceta durante 9 semanas. Y posteriormente para el cuajado de tomate se abonó con 0.5 g de abono Hakaphos® naranja por maceta durante 5 semanas.

3.4.1.6 Riego

El sistema de riego utilizado fue por manguera, controlando el caudal con una probeta. La cantidad de riego que había que suministrar se obtenía en función de la ET_0 obtenida por la oficina del regante del gobierno de Aragón <http://servicios.aragon.es/oresa/>.

En la plantación del tomate se procedió a aplicar a cada maceta 2 litros. En el inicio del ciclo de tomate se aplicó cantidades de agua más elevadas para que enraizara correctamente. Posteriormente se regó con una cantidad de agua, aplicando la fórmula $ET_c = k_c \times ET_0$. Los valores K_c y ET_0 se encuentran en las tablas 6 y 7.

| Estado | K_c |
|------------|-------|
| Inicial | 0.3 |
| Intermedio | 0.6 |
| Medio | 1.1 |
| Final | 1.1 |

Tabla 6: K_c del cultivo.

Evapotranspiración de referencia (ET_0)

| | ETO mensual (mm) | ETO diaria (mm) | Dosis de riego (litros) por maceta |
|------------|---------------------|--------------------|--|
| Junio | 183 | 6,1 | 0.3 |
| Julio | 203 | 6,5 | 0.6 |
| Agosto | 175,4 | 5,7 | 1 |
| Septiembre | 126,8 | 4,2 | 0.7 |

Tabla 7: Evapotranspiraciones en Montañana (Zaragoza) en el ciclo del tomate 2011.

3.5 PARÁMETROS DETERMINADOS

3.5.1. Conteo de malas hierbas

Se realizaron 4 evaluaciones sobre malas hierbas a los 21, 42, 63 y 110 tras plantar el tomate contando las malas hierbas que habían atravesado los acolchados de cada una de las 15 macetas presentes en este ensayo, determinando el número y cobertura que ocupaba la juncia. Además, hacia el final del ciclo se determinó si había o había habido biomasa de la juncia bajo los diferentes acolchados, correspondiente a plantas que habían germinado pero que no habían logrado atravesar los acolchados.

3.5.2. Determinación de la degradación de los diferentes acolchados

Para describir la degradación de los materiales en campo se usó una escala visual facilitada por Martín-Closas y Pelacho (2004). Es una escala numérica de 1 a 9; 1 (totalmente degradado) a 9 (sin ninguna alteración), en la cual se valoran 2 características del film igual que se hizo en el ensayo de campo en San Bruno.

En las macetas se evaluó la degradación de la zona externa y la degradación de la zona enterrada (en este caso, el acolchado por debajo de las piedras). Para ello se utilizó la misma escala descrita para el ensayo de campo.

3.5.3. Desenterrado y determinación del número final, estado y peso de los tubérculos presentes en las macetas

A finales de ciclo (27 de septiembre) se desenterraron los tubérculos de las macetas y se clasificaron por:

- Tamaño [en los mismos grupos que fueron clasificados al inicio de la siembra por maceta grandes→>5 g, medianos→2-5 g y pequeños→0-2 g
- Profundidad en la que fueron encontrados en la maceta (de 0-8 cm y 8-21 cm).
- Número de maceta.

Posteriormente se contaron y pesaron todos estos grupos de tubérculos.

3.5.4. Determinación de la biomasa de la parte aérea de la juncia

Se cortó toda la parte aérea de la juncia a los 110 días después del trasplante (DDT) y se pesó en fresco por maceta. A continuación se secaron las plantas a 60°C en estufa 48 horas, se pesaron en una balanza con una precisión 10 mg, determinándose la biomasa seca de la juncia.



Fotografía 22: Parte aérea del *Cyperus rotundus* en una maceta.

3.5.5. Determinación de la biomasa de la parte aérea y raíz del tomate

Se cortó toda parte aérea y raíz del tomate a los 110 DDT y se pesó en fresco por maceta. A continuación se secaron las plantas a 60°C en estufa 48 horas y se determinó la biomasa seca. Esta determinación se hizo con el objetivo de valorar si la presencia de *C. rotundus* afectaba al crecimiento de la planta de tomate.



Fotografía 23: Parte aérea del tomate.

3.5.6. Cosecha del tomate

A los 110 DDT se procedió a la cosecha de los tomates. Para ello se recogieron los frutos, se clasificaron en verdes, rojos, naranjas y podridos y se pesó cada uno de los grupos (en fresco) utilizando la báscula con una precisión de 10 mg.



Fotografía 24: Clasificación y pesaje de los tomates.

ENSAYO 3:

Respuesta de la brotación de *Cyperus rotundus* L. a distintas condiciones de almacenamiento

3.1 DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

El experimento consistió en almacenar tubérculos de *C. rotundus* (que provenían de las distintas macetas del ensayo 2 desde Octubre del 2011 hasta Marzo del 2012 en condiciones ambientales diferentes.



Fotografía 25: Botes en los que se almacenaron los tubérculos.

Una vez recuperados los tubérculos del ensayo 2, se almacenaron a 4°C en oscuridad durante 15 días, hasta que fueron repartidos en los 4 tratamientos.

A partir de ese momento, se iniciaron los ensayos previos que consistieron en observar los días que tardaban en germinar los diferentes tubérculos provenientes de los diferentes tratamientos, modificando los siguientes factores:

1. Utilización de la cámara de germinación de la marca SCLAB (sistemas del clima para laboratorio), cuyo modelo fue el PGA-180 con un rango de temperatura de 4°C a 45°C y la estufa de la marca JP Selecta Digitheat, con una capacidad de 80 litros.



Fotografía 26: Cámara de germinación. Fotografía 27: Estufa.

2. Diferentes temperaturas y fotoperiodo (35°C 12 horas y 20°C 12 horas frente a 30°C 24 horas) en la cámara de germinación.
3. Tubérculos viejos (tubérculos “sembrados” inicialmente al inicio del ensayo 2) o tubérculos nuevos (los que se han generado después del proceso de tuberización en este último ciclo de la juncia).

Una vez realizados los ensayos previos en los que se escogieron las condiciones de brotación, se llevó a cabo el ensayo general, con los factores ya determinados, para estudiar la respuesta a la brotación (observando la viabilidad y porcentaje de rebrote) que tenían los diferentes tubérculos, después de haber estado en unas condiciones de almacenamiento diferentes durante un periodo de tiempo.

3.2. DESARROLLO DEL EXPERIMENTO

3.2.1 Descripción de las operaciones

3.2.1.1 Labores de preparación

Se desenterraron los tubérculos de las macetas del ensayo 2. Se clasificaron todos los tubérculos de las 15 macetas por peso (grandes → >1.5g, medianos → 0.5-1.5g y pequeños → <0.5g), y se introdujeron en los botes previamente codificados.

3.2.1.2 Colocación de los tubérculos en frío

Una vez recuperados los tubérculos del ensayo 2, se colocaron en 38 botes clasificados por tamaño, lugar de procedencia y profundidad en la que aparecieron en la maceta, en una cámara frigorífica que estaba a 4°C durante 15 días, posteriormente se guardaron según los diferentes tratamientos que se detallan a continuación:

3.2.1.3 Tratamientos de conservación.

Se realizaron 4 tratamientos diferentes de conservación:

1. En una maceta a unos 15 cm de profundidad → 10 saquitos de mallas con 20 tubérculos por saquito (1 por maceta).



Fotografía 28: Saquito con los tubérculos previamente al enterramiento de este.

2. En el almacén a temperatura ambiente, evitando la exposición a la luz con papel de aluminio. → 10 botes.).



Fotografía 29: Botes cubiertos con papel de aluminio para evitar la luz.

En oscuridad,

3. A 4°C con gel de sílice → 8 botes.
4. A 4°C sin gel de sílice → 20 botes.

Estos tratamientos se efectuaron para intentar romper la latencia del tubérculo, para que al ponerlos en condiciones favorables para su brotación, ellos emitieran los rizomas y determinar cual era el mejor tratamiento para conservar los tubérculos durante un periodo de tiempo una vez desenterrados de la tierra.

3.2.1.4 Observación de los tubérculos en los diferentes botes

Durante la primera fase de almacenamiento, aproximadamente cada semana, se observaron los tubérculos presentes en el interior de los botes, para asegurarnos que no se desarrollara ningún hongo o podredumbre que pudiera afectar a la posterior viabilidad de los tubérculos.

3.2.1.5. Determinación del número de tubérculos que han brotado bajo unas condiciones conocidas

Para estudiar la respuesta que tuvieron los tubérculos a la brotación, se tomó en cada una de las extracciones, 5 tubérculos de cada tamaño provenientes de las macetas del testigo o en del Mater Bi® y que se habían conservado en diferentes condiciones, se lavaron, se desinfectaron con lejía al 3%, aclarándose 2 veces con agua destilada. Se colocaron los tubérculos de *Cyperus* en contacto con papel de filtro previamente humedecido con agua destilada, en placas Petri. Una vez colocados se precintaron con Parafilm® para que en el interior siembre hubiera una humedad constante del 100 %.



Fotografía 30: Materiales utilizados en la desinfección.

Se llevaron a la cámara y se pusieron a germinar en una cámara de germinación (35°C 12 horas con luz y 20°C 12 horas en oscuridad.). Cada tanda de tubérculos que se pusieron a brotar se realizó cada mes, obteniéndose 2 extracciones el 17 de febrero y el 16 de marzo, dejándolos brotar hasta que no se observaron diferencias en varias observaciones posteriores (unos 20-30 días).

3.6 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

Los datos recogidos durante el desarrollo del ensayo se han procesado con el programa Excel y GraphPad Prism, con el cual se realizaron las tablas y gráficos.

Para realizar el tratamiento estadístico de los datos, se ha utilizado el programa SPSS, con el cual se ha comprobado si los datos se distribuyen de forma normal con el test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov. En el caso afirmativo se ha comprobado si cumplen el criterio de homogeneidad de varianza, mediante el test de Levene. Si los datos cumplen también este criterio, se realizó el análisis de varianza (ANOVA). En el caso de que no se cumplieron, se tuvieron en cuenta las recomendaciones de transformación. El análisis de varianza (ANOVA) sirve para saber si hay diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. Si la P obtenida es significativa ($P < 0.05$), se realizó una comparación pareada mediante el test Bonferroni para obtener la significación entre los diferentes tratamientos. Esta metodología se aplicó a los 3 ensayos: ensayo de campo en San Bruno, ensayo con las con las macetas y conservación y germinación de los tubérculos una vez desenterrados.

4.-RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ENSAYO 1:

Ensayo de campo con acolchados biodegradables para el control del *Cyperus rotundus* L.

A continuación se presentan los resultados generales del ensayo:

En este ensayo se pretendía disponer de datos generales de las juncias emergidas en las filas de tomate y del ensayo específico con las cubetas. Desafortunadamente, en estas últimas no emergió ningún individuo de *Cyperus*, debido al encharcamiento producido por el mal drenaje de las cubetas. Por ello, no se han podido sacar conclusiones de este ensayo. Los únicos resultados obtenidos se refieren al número de tubérculos encontrados en cada cubeta a finales de ciclo (Figura 15).

4.1.-EVOLUCIÓN DE LOS TUBÉRCULOS DE *CYPERUS ROTUNDUS* EN LAS CUBETAS.

No ha habido emergencia ni germinación de los tubérculos que se pusieron en las cubetas. En la figura 15 se muestra la evolución que ha habido del número de tubérculos que se habían sembrado inicialmente (59) en cada maceta.

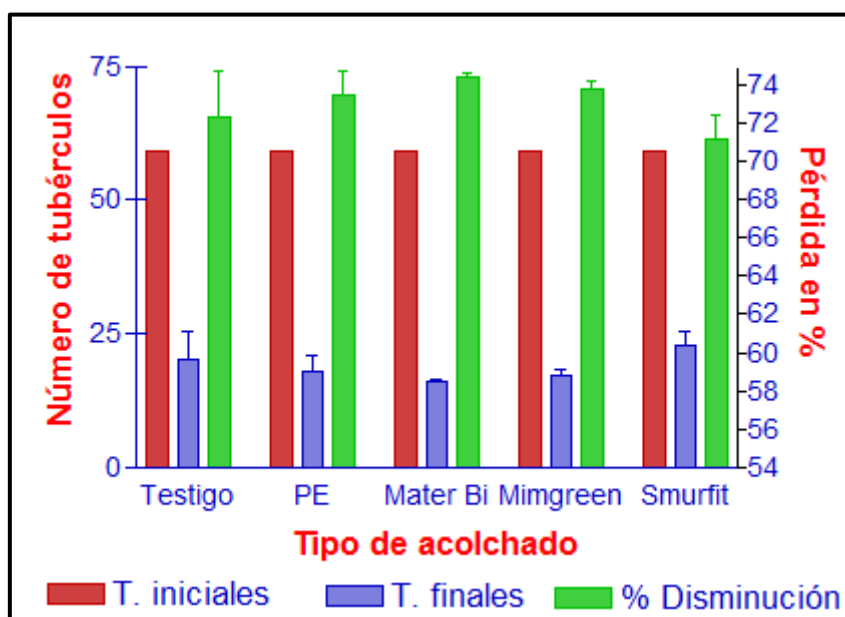


Figura 15: Número de tubérculos iniciales y finales de la juncia en las cubetas y el porcentaje de pérdida. Las barras de error muestran \pm error estándar.

Se encontraron 18 tubérculos de media por maceta, frente a los 59 tubérculos iniciales.

Palmer y Porter (1959) expusieron la posibilidad de que la muerte y el pudrimiento de los tubérculos en el suelo era debida a una falta de aireación, una falta de oxígeno. Zaragoza *et al.* (1994) concluyeron que la juncia toleraba muy mal los suelos encharcados. Los tubérculos de las cubetas sufrieron encharcamiento, y posiblemente esa reducción del número de tubérculos al final del ciclo, fuera debido al encharcamiento y la no brotación posterior en la cámara de germinación; por tanto se puede concluir que de los 59 tubérculos, 41 se pudrieron, desintegrándose y de los 18 que se han podido recuperar, ninguno ha conseguido brotar en condiciones óptimas, debido a que tal vez estos estuvieran muertos por el encharcamiento o la desecación extrema que poseían y no por estar en estado de latencia.

4.2.-CONTEO DE MALAS HIERBAS EN EL ENSAYO DE CAMPO

En las filas del ensayo se contaron las diferentes especies de malas hierbas a los 21, 42 y 63 días después del trasplante (DDT), obteniendo los diferentes resultados según muestran las figuras 16-18:

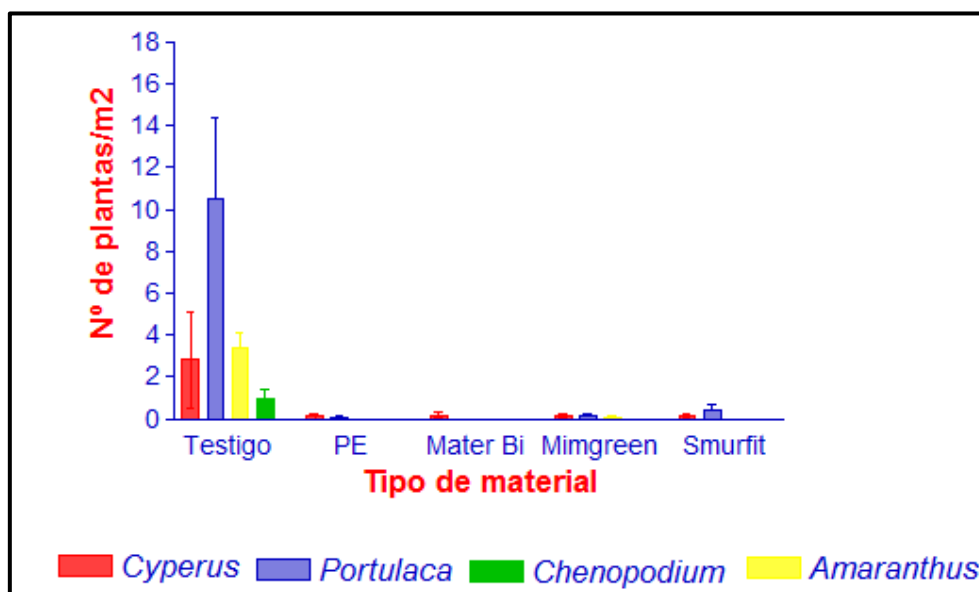


Figura 16: Número de individuos de las distintas especies de malas hierbas en función del acolchado a los 21 días después del trasplante. Las barras de error muestran \pm error estándar.

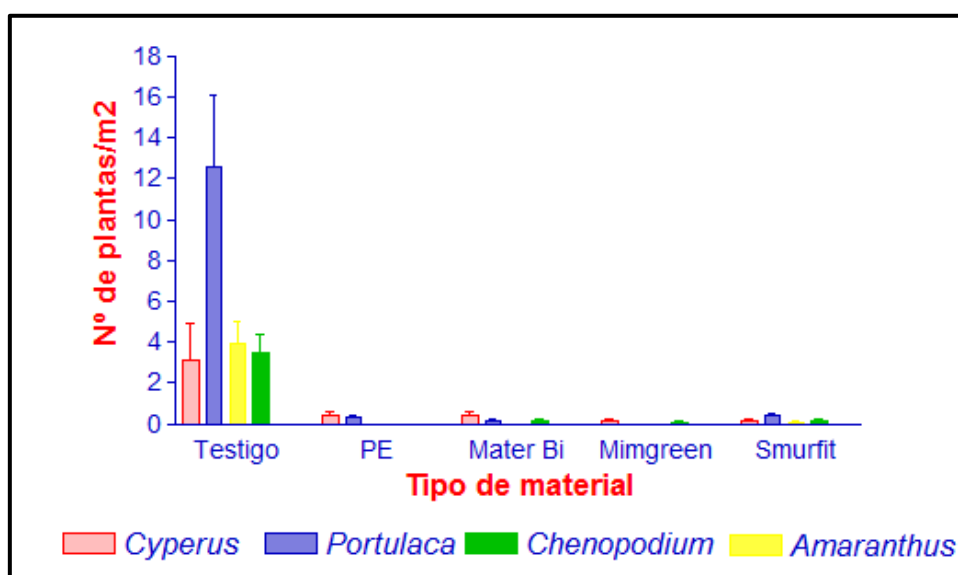


Figura 17: Número de individuos de las distintas especies de malas hierbas en función del acolchado a los 42 días después del trasplante. Las barras de error muestran \pm error estándar.

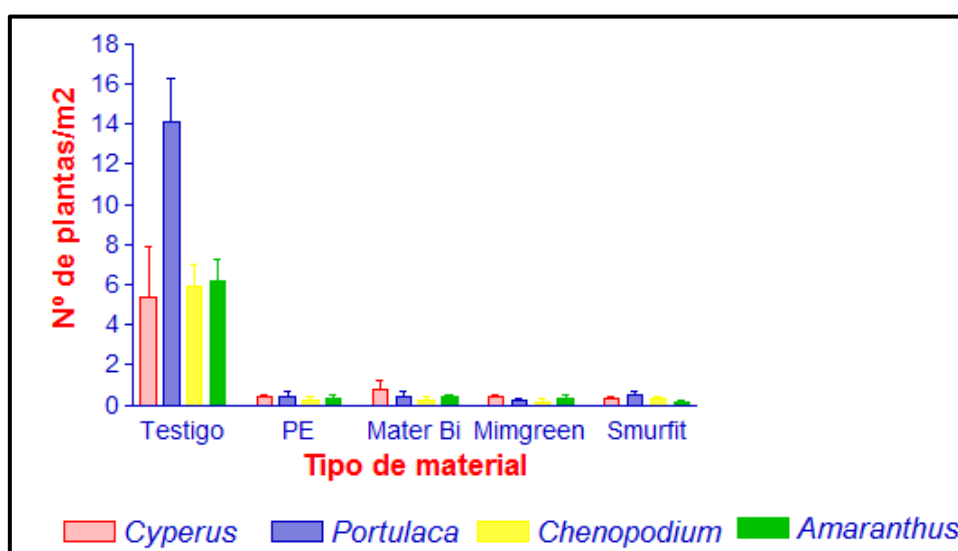


Figura 18: Número de individuos de las distintas especies de malas hierbas en función del acolchado a los 63 días después del trasplante. Las barras de error muestran \pm error estándar.

Si observamos los gráficos, se aprecia, como era de esperar, que el tratamiento con mayor número de malas hierbas por m^2 ha sido el testigo, en las 3 fechas muestreadas mientras que todos los acolchados controlaron satisfactoriamente las malas hierbas, aunque no al 100%.

Las malas hierbas predominantes en el ensayo fueron las dicotiledóneas anuales, dentro de las cuales dominaron *Amaranthus retroflexus* L., *Portulaca oleracea* L. y *Chenopodium album* L.



Fotografía 31: *Amaranthus retroflexus* L.



Fotografía 32: *Portulaca oleracea* L.

En cuanto a la juncia, fue bien controlada en general, aunque los acolchados que peor la controlaron fueron Mater Bi® y algo mejor el PE (figura 18), ya que el *C. rotundus* debido a su ápice puntiagudo (Holm *et al.*, 1991) tiene la capacidad de atravesar el acolchado. Los materiales que mejor controlaron el crecimiento de la juncia fueron los 2 papeles. Estos resultados concuerdan con los ensayos realizados por Cirujeda *et al.* (2010b).

Los resultados (figuras 16-18) mostraron, que todos los papeles controlaron de forma eficaz *C. rotundus* con una eficacia comprendida entre el 77 y el 100%, respecto al testigo o control, mientras que el PE y, en mayor medida, el plástico biodegradable fueron perforados por esta especie y la controlaron peor.

La juncia tiene la capacidad de poder atravesar el plástico con el espesor usado en agricultura, pero no de atravesar la pared de celulosa que proporciona el papel, observándose abultamientos del acolchado de papel, provocados por tallos de juncia cloróticos que crecen por debajo del material del acolchado y que no logran atravesarlo.

La biomasa de malas hierbas a los 63 DDT fue la siguiente, tal como muestra la figura 19:

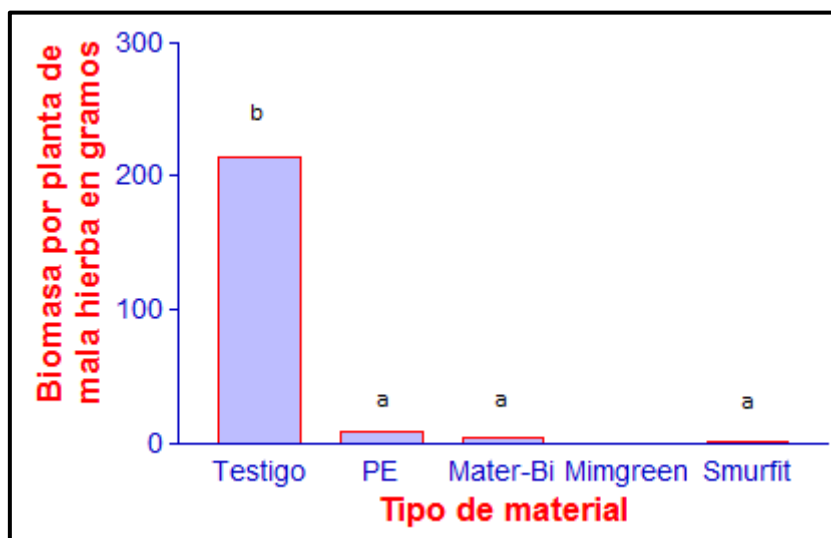


Figura 19: Gramos de biomasa por planta de malas hierbas del ensayo general a los 63 DDT. Distintas letras indican diferencias significativas dentro de cada material de acolchado según la separación de medias mediante el test de Bonferroni ($p < 0.05$).

Se observa que el testigo fue el tratamiento con mayor peso de biomasa, debido a que al no tener ninguna barrera física que impidiera el crecimiento de esta, provocó que en testigo hubiese diferencias significativas de la biomasa con respecto a los otros tratamientos.

4.2.1.-Comparativa visual del control del *Cyperus rotundus* bajo diferentes acolchados.



Fotografía 33: Testigo.



Fotografía 34: Acolchado con papel

abultado por tallos *C. rotundus* que no han logrado perforarlo.

Se puede observar que el acolchado de papel controló bien la juncia impidiendo su emergencia, produciéndose tallos cloróticos hasta el punto de que se secasen, impidiendo que la planta se desarrollara, emitiera inflorescencia. El plástico, en cambio, fue atravesado por la juncia.



Fotografía 35: Acolchado con Polietileno.



Fotografía 36: Acolchado con Mater Bi®.

En las fotografías anteriores se puede observar como la juncia ha atravesado el PE y Mater-Bi®.

4.3.-DETERMINACIÓN DEL GRADO DE DEGRADACIÓN DE LOS ACOLCHADOS DEL ENSAYO DE CAMPO

En cuanto a la degradación externa del material, el acolchado de PE permaneció intacto durante todo el ciclo del ensayo (Figura 20), Martín-Closas y Pelacho, (2004) y Moreno *et al.* (2006) obtuvieron resultados similares. Los acolchados que menos se degradaron después del PE fueron los papeles.

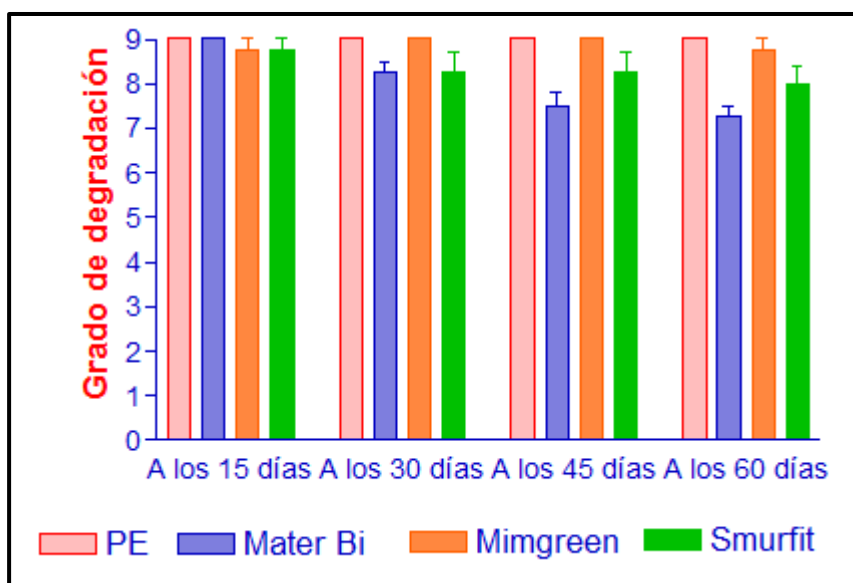


Figura 20: Degradación externa de los materiales de acolchado según la escala utilizada por Martín-Closas Pelacho (2004). 9: material intacto, 0: material descompuesto. Las barras de error muestran \pm error estándar.

El Mater Bi® tuvo el mayor porcentaje de degradación, coincidiendo con la etapa final del ciclo de tomate, produciéndose fisuras en las que la juncia aprovechó para emerger aunque aguantó bien hasta los 63 DDT, lo que concuerda con lo expuesto por Moreno *et al.* (2006).

En cuanto degradación de la parte enterrada de los diferentes materiales en función del tiempo, se observa en el gráfico 21, que los papeles a partir de los 15 DDT, iniciaron la degradación la zona enterrada que estaba en contacto permanente con la humedad del terreno.

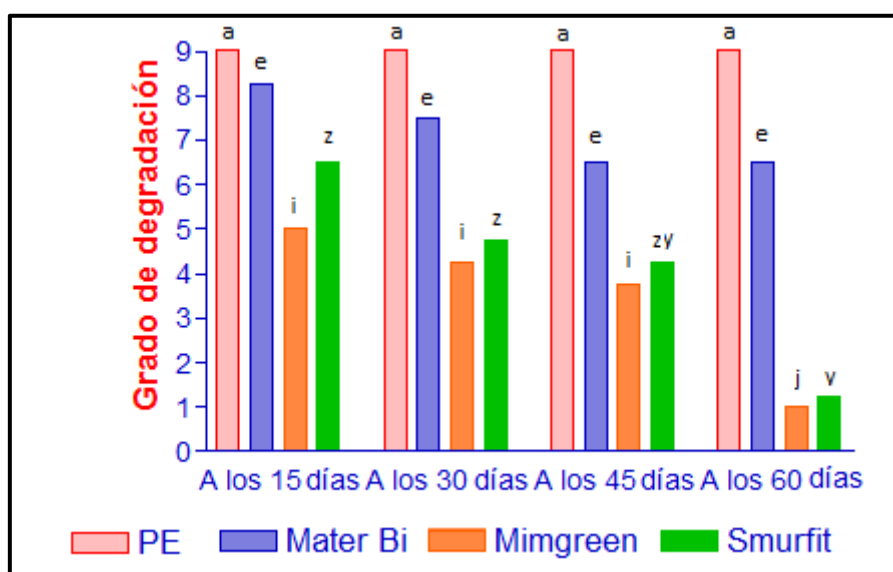


Figura 21: Degradación de la parte enterrada de los materiales según la escala utilizada por Martín-Closas y Pelacho (2004). 9: material intacto, 0: material descompuesto. Distintas letras indican diferencias significativas dentro de cada material de acolchado según la separación de medias mediante el test de Bonferroni ($p < 0.05$).

La degradación de la zona enterrada del PE fue prácticamente inapreciable. Los papeles fueron los acolchados a los que más se les degradó la parte enterrada. Como consecuencia, el viento puede mover el material de acolchado y así disminuir la capacidad de control que tiene el acolchado de papel sobre la juncia.



Fotografía 37: Degradación del acolchado de papel.



Fotografía 38: Degradación del Mater Bi®.

ENSAYO 2

Ensayo en macetas con acolchados biodegradables para el control de *C. rotundus* L.

4.1.-CONTEO DE MALAS HIERBAS.

Como pretendíamos, la única especie de malas hierbas que emergió fue el *C. rotundus* debido a que se empleó suelo solarizado y al hecho de que los acolchados plásticos y de papel controlaron la mayoría de especies de malas hierbas, siguiendo la metodología descrita por Anzalone (2008).

Se contó el número de tallos de juncia que habían atravesado los acolchados a los 21, 42, 63 y 110 después del trasplante (DDT) figura 22. Cabe recordar que se sembraron 3 tubérculos grandes (>1.5g), 9 medianos (0.5-1.5g) y 5 pequeños (<0.5g).

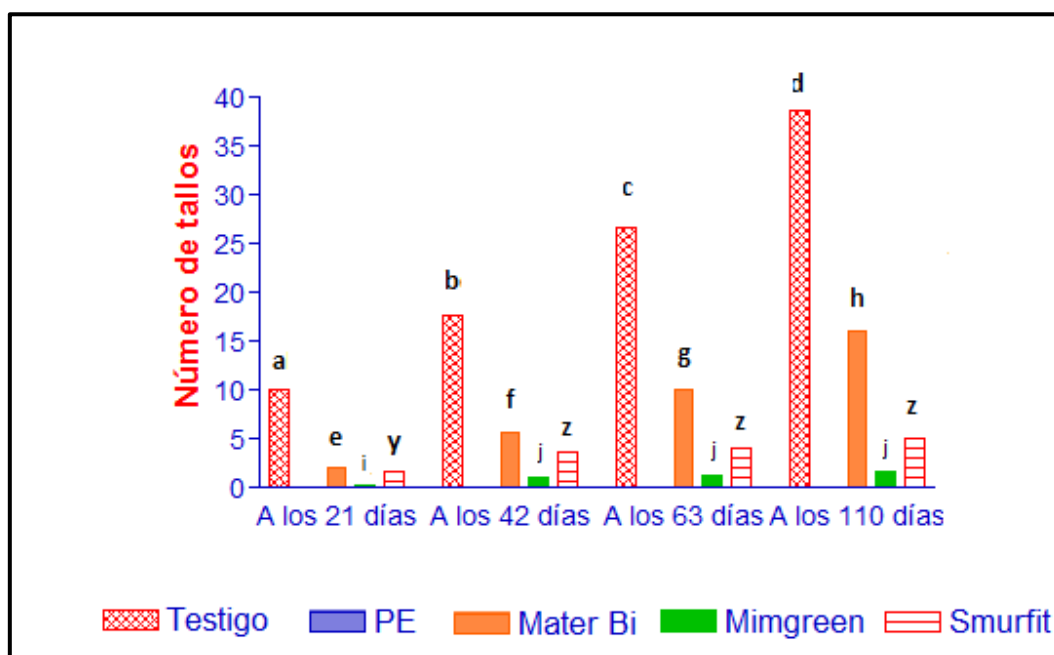
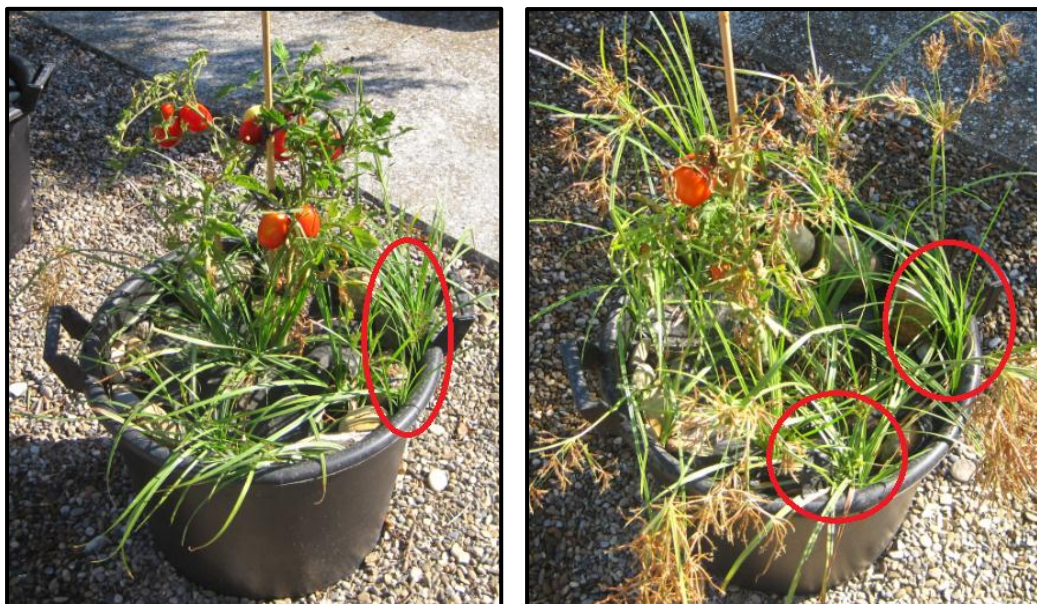


Figura 22: Evolución del nº de tallos de *Cyperus rotundus* en los diferentes conteos. Distintas letras indican diferencias significativas dentro de cada material de acolchado según la separación de medias mediante el test de Bonferroni ($p < 0.05$).

El tratamiento que mayor número de tallos tuvo fue el testigo, seguido de Mater-Bi®, Smurfit®, Mimgreen® y por último PE. Sí, esperábamos tallos en el testigo (48 tallos al final del cultivo de tomate) y en el Mater-Bi®, (15 tallos al final de temporada), por tanto se puede observar que los materiales plásticos y de papel, controlan la emergencia, si se compara con el testigo sin acolchar.

En cuanto al Smurfit® los resultados difieren a lo esperado, en la figura se observa que la juncia se desarrolló en el papel Smurfit®, si bien lo hicieron pocos tallos en comparación con otros tratamientos y se mantuvieron sin incrementos significativos desde los 42 días después del trasplante. Esto es debido a que pudo aprovechar los huecos existentes entre la pared de la maceta y el acolchado. Se podría haber evitado, doblando el papel hacia abajo y enterrarlo bajo el sustrato, produciéndose así una zona estanca. El resto de la superficie de papel controló perfectamente *C. rotundus*.



Fotografías 39 y 40: Detalle de la emergencia de la juncia por el hueco dejado entre la pared de la maceta y el acolchado.

En el testigo se han observado diferencias significativas en el número de tallos de juncia a lo largo del ciclo del tomate, al igual que en el Mater-Bi®, no ocurriendo lo mismo para el resto de materiales.

El acolchado de papel, tanto Smurfit®, como Mimgreen® no previnieron la nascencia de la juncia, pero fueron capaces de soportar su empuje, observando abultamientos en los acolchados de papel, produciendo unas hojas cloróticas y secas, provocando un agotamiento de reservas en los tubérculos, coincidiendo con Cirujeda *et al.* (2011).

En otros ensayos se ha visto que el polietileno no controla a la juncia debido a que las hojas puntiagudas de ésta atraviesan la fina capa de PE y una vez fuera, crece más, pues se beneficia del acolchado. Los resultados de las macetas, difieren a lo esperado, ya que los tubérculos sembrados en las tres repeticiones, no germinaron y por tanto no se pudo observar si el PE controlaba la juncia.

4.2.-DETERMINACIÓN DEL GRADO DE DEGRADACIÓN DE LOS ACOLCHADOS.

Este gráfico refleja la degradación que ha sufrido la zona externa de los materiales a los 45, 60 y 110 días después de transplantar el tomate.

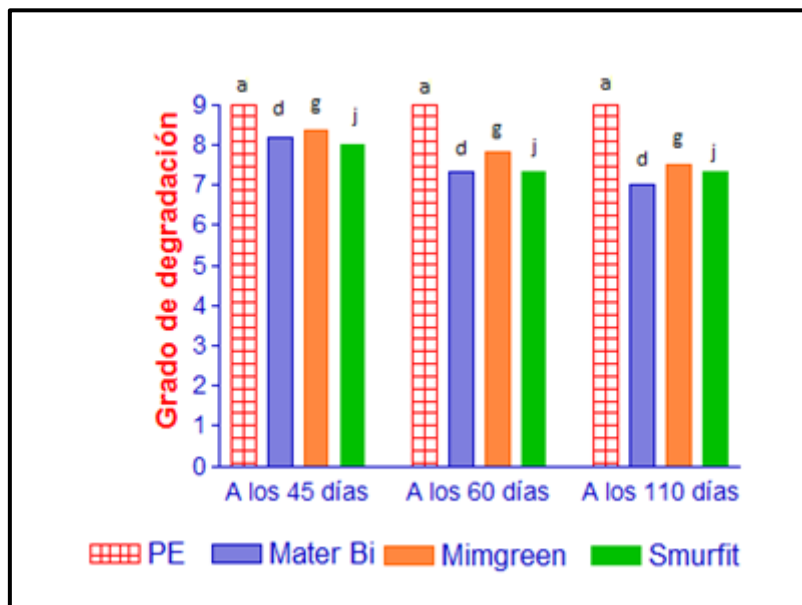


Figura 23: Degradación externa de los acolchados según la escala utilizada por Martín-Closas y Pelacho (2004) a los 45, 60 y 110 días. Distintas letras indican diferencias significativas dentro de cada material de acolchado según la separación de medias mediante el test de Bonferroni ($p < 0.05$).

Se puede observar como era de esperar, que el PE permanece intacto hasta finales de ciclo.

En cuanto a los papeles, se observó que la parte externa se había degradado muy poco, posiblemente debido a que no hubo grandes precipitaciones que mojaran el papel.

La degradación de Mater-Bi® fue mayor que la de PE y de los papeles pero se mantuvo sin diferencias significativas entre fechas de muestreo.

La figura 24 refleja la degradación que ha sufrido la zona de los materiales en contacto con la humedad del suelo a los 45, 60 y 110 días después de transplantar el tomate.

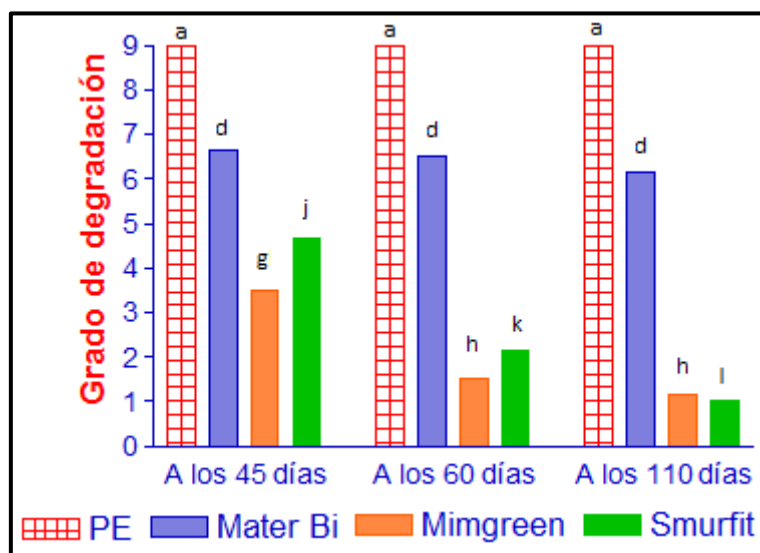


Figura 24: Degradación zona de los acolchados en contacto con la humedad del suelo según la escala utilizada por Martín-Closas y Pelacho, (2004) a los 45, 60 y 110 días. Distintas letras indican diferencias significativas dentro de cada material de acolchado según la separación de medias mediante el test de Bonferroni ($p < 0.05$).

Se observa como la zona enterrada de los acolchados de papel se degrada con mayor rapidez que la parte aérea debido a que se encuentra todo el ciclo en contacto con la humedad del terreno. Estas observaciones coinciden con las descritas por Cirujeda *et al.* (2010b). A pesar de la casi completa degradación a finales de ciclo, las plantas de tomate fueron capaces de sujetar el material y no hubo problemas de viento.

En el caso del acolchado biodegradable (Mater Bi®), la degradación ya fue visible a los 45 días pero no se observó disminución significativa de la degradación más adelante, tal como se puede observar en la figura 24.

También la parte enterrada del PE permaneció intacta al final del ciclo del tomate.

4.3.-DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE PLANTAS DE JUNCIA.

Al final del ciclo de tomate (110 DDT), se realizó el conteo de tallos de *C. rotundus* obteniéndose los tallos que habían atravesado los diferentes materiales. Una vez retirados los acolchados, se determinó el número de tallos que emergieron de la superficie y cuantos no habían podido atravesar la superficie del material, según se observa en la figura 25.

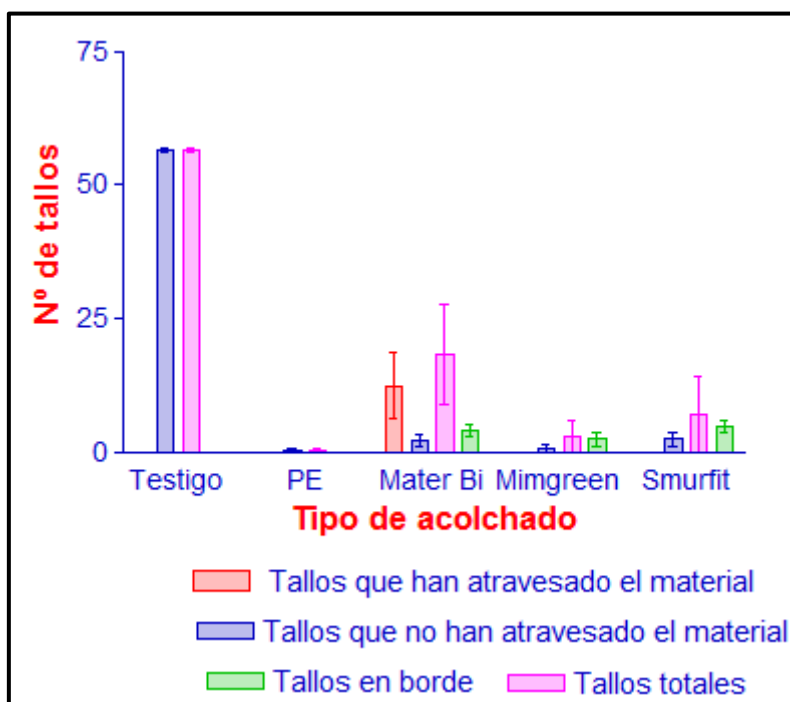


Figura 25: Tallos de *C. rotundus* emergidos, que han atravesado el material y sin atravesar a través de los diferentes acolchados a los 110 DDT. Las barras de error muestran \pm error estándar.

Hay más tallos en testigo, luego en Mater-Bi®, seguido del Smurfit® y Mimgreen® y donde menos, en el PE.

En el Mater-Bi® y en los papeles hubo tallos sin atravesar cloróticos, alguno de ellos secos, con una largura de tallos de unos 10 cm. Estos tallos estaban doblados con un ángulo recto, debido a que los diferentes acolchados habían impedido que los tallos de la juncia hubieran atravesado el acolchado. También se observó que tanto en los papeles como en el Mater-Bi®, emergieron tallos en el borde de la maceta, tal y como se puede ver en la fotografía 41.



Fotografía 41: Detalle del crecimiento de los tallos de la juncia por el hueco formado entre el acolchado y la pared de la maceta.

Se puede observar (figura 25) que los diferentes acolchados de papel controlan mejor a la juncia que el plástico biodegradable Mater-Bi® y testigo, al igual que en otros trabajos por Cirujeda *et al.* (2008).

Sin embargo, no se produjeron perforaciones en el acolchado de PE en ninguna de las 3 repeticiones, debido a que los tubérculos no brotaron, desconociéndose su causa.

En otros trabajos se ha comprobado que los acolchados que mejor controlaron a la juncia fueron los papeles, seguido del polietileno, y después del plástico biodegradable, coincidiendo con trabajos Macua *et al.* (2005).

4.4.-COMPARATIVA VISUAL DEL CONTROL DEL *CYPERUS ROTUNDUS* BAJO DIFERENTES ACOLCHADOS.

Estas fotografías muestran el control de *C. rotundus* que realiza los diferentes acolchados.



Fotografías 42 y 43: Acolchados de papel. Izquierda: papel Mimgreen®, derecha: papel Smurfit®.

En la fotografía de la derecha se observa como el *C. rotundus* ha intentado atravesar el papel y no ha podido, formando un abultamiento y estiramiento del acolchado de papel, tal y como se ha observado también en el ensayo de campo.



Fotografías 44 y 45: Izquierda: Acolchado biodegradable plástico Mater Bi®, derecha: PE.

Como se observa en las fotografías el plástico biodegradable Mater-Bi® no controló eficazmente la emergencia y el posterior crecimiento de la juncia, siendo atravesado fácilmente, coincidiendo con Cirujeda *et al.* (2010a); Magnani *et al.* (2005).



Fotografías 46 y 47: Testigo sin acolchado.

En las macetas testigo se puede observar que el *Cyperus* se desarrolló sin ningún problema, debido a que no tenía ninguna barrera física que frenara su crecimiento. Debido a la alta competencia existente entre el *Cyperus* y el tomate, este último se desarrolló mucho menos.

4.5.- ESTUDIO DE LA BIOMASA DE LA PARTE AÉREA Y SUBTERRÁNEA DEL *CYPERUS ROTUNDUS*.Y DE LOS TUBÉRCULOS PRODUCIDOS.

4.5.1.- Biomasa de tubérculos.

En la figura 26 se muestran los datos de la biomasa de los tubérculos sembrados al inicio del ensayo y los encontrados en septiembre después de concluir el ensayo.

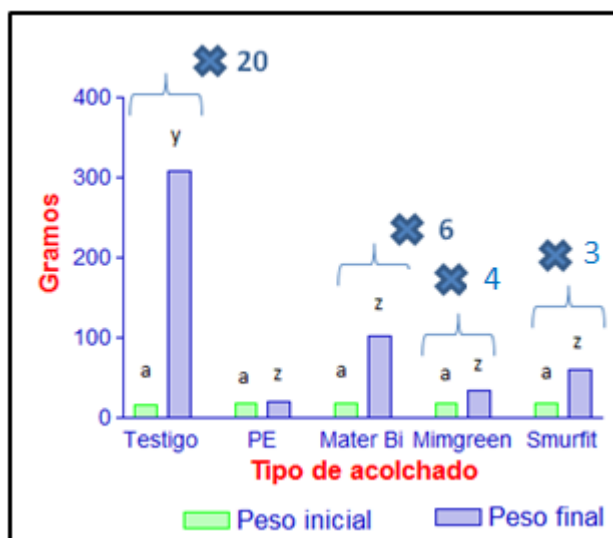


Figura 26: Comparación del peso de tubérculos a los 110 DDT frente a los que se pusieron inicialmente. Distintas letras indican diferencias significativas dentro de cada material de acolchado según la separación de medias mediante el test de Bonferroni ($p < 0.05$).

El mayor peso de tubérculos se encontró en el testigo sin acolchar, seguido de Mater-Bi®, Smurfit®, Mimgreen® y PE. Es el mismo orden que con el número de tallos.

En el testigo se encontraron 20 veces el peso inicial de tubérculos de juncia, en el caso del Mater-Bi®, se encontró 6 veces el peso inicial, para el caso de Smurfit® y Mimgreen®, 4 y 3 veces respectivamente. A pesar de que *C. rotundus* fue capaz de atravesar el Mater-Bi®, su tasa de reproducción fue menor a la del testigo, por lo que el uso del Mater-Bi® al menos consiguió rebajar dicha tasa.

No hay diferencias significativas en el peso inicial de los tubérculos ya que se seleccionaron para que inicialmente tuvieran el mismo el peso y partieran con las mismas condiciones en el ensayo. En cuanto al peso final de los tubérculos sí que se observaron diferencias significativas, concretamente entre el testigo y los diferentes materiales, ya que el *Cyperus* al no ser controlado por algún tipo de material pudo desarrollarse, hacer crecer sus tallos y por tanto favorecer el proceso de tuberización propio de esta planta, según se exponía en el trabajo de Stoller y Sweet (1987), no habiendo diferencias significativas entre el resto de los materiales.

La figura 27 muestra la proporción del peso inicial de tubérculos frente al peso final para cada tipo de tratamiento a los 110 DDT.

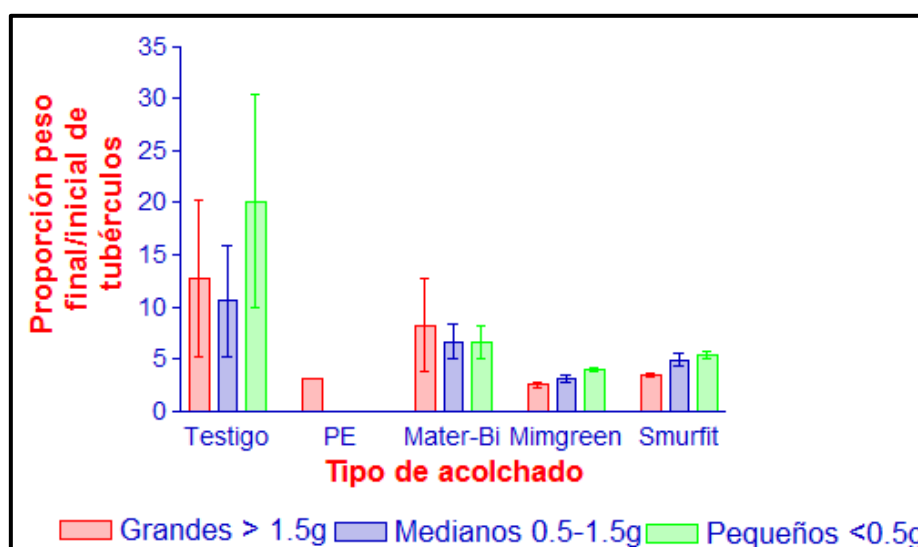


Figura 27: Proporción del peso inicial frente al peso final de los tubérculos de la juncia. Las barras de error muestran \pm error estándar.

Se observa que el mayor peso de tubérculos se ha producido en el testigo, seguido del Mater-Bi®, y a continuación el Smurfit®, en cuanto al tamaño, la mayor proporción en peso se ha observado en pequeños, y medianos, exceptuando en Mater-Bi® que la mayor proporción en peso de tubérculos se ha encontrado en los grandes.

4.5.2.- Número de tubérculos.

La figura 28 muestra el número de tubérculos que se plantaron inicialmente (3 grandes de >1.5g, 9 medianos de 0.5-1.5g y 5 pequeños de <0.5), y el número final que se encontraron a los 110 DDT.

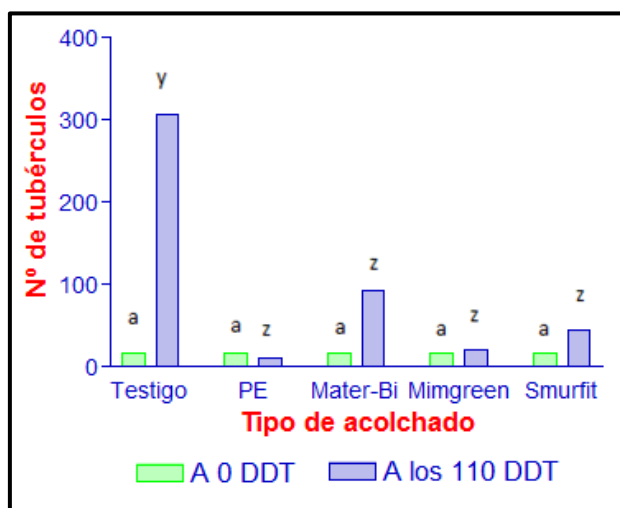


Figura 28: Número de tubérculos al inicio y a los 110 DDT. Distintas letras indican diferencias significativas dentro de cada material de acolchado según la separación de medias mediante el test de Bonferroni ($p < 0.05$).

En la figura 29 se muestra el número de tubérculos que se han encontrado a los 110 DDT en función de la profundidad para cada uno de los diferentes tratamientos partiendo inicialmente de 3 tubérculos grandes (>1.5g), 9 medianos (1.5-0.5g) y 5 pequeños (<0.5cm).

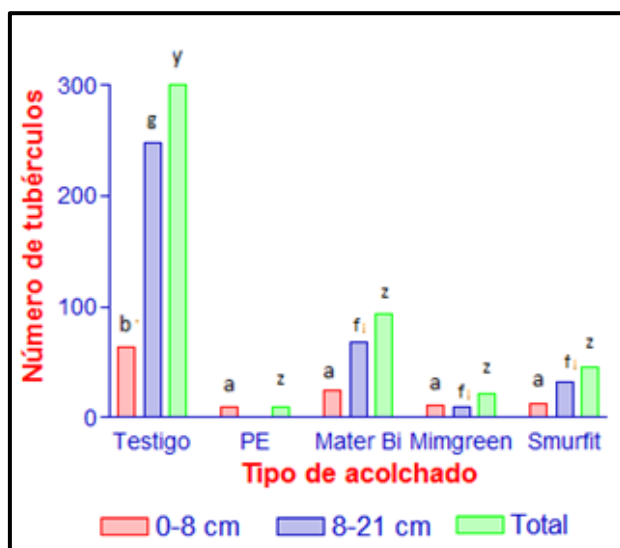


Figura 29: Número de tubérculos de *Cyperus rotundus* en función de la profundidad a los 110 DDT. Distintas letras indican diferencias significativas dentro de cada intervalo de profundidad según la separación de medias mediante el test de Bonferroni ($p < 0.05$).

El número total de tubérculos fue significativamente mayor ($p < 0.05$) en el testigo, seguido del Mater-Bi®, Smurfit®, Mimgreen® y PE, existiendo una relación directa con el número de tallos que se han desarrollado en cada maceta (figura 28).

En cuanto a los intervalos de profundidad (figura 29), en los tratamientos de testigo, Mater-Bi® y Smurfit® se han encontrado más tubérculos en 8-21 cm que en 0-8 cm. Esto coincide con numerosos trabajos (Smith y Fick, 1937), (Horowitz, 1972), (Holm *et al.*, 1991). Otro factor que favorece el mayor número de tubérculos es que los rizomas en la etapa de tuberización, tienen geocentrismo positivo (Stoller y Sweet, 1987), por tanto produjeron tubérculos a profundidades mayores de las que se pusieron inicialmente al inicio del ensayo. La juncia produce mayor cantidad de tubérculos a altas profundidades, para perpetuar la presencia de la planta, produciéndose una alta infestación de tubérculos, ya que las técnicas de labranza impiden desenterrarlos y que se dessequen o mueran de frío en invierno a bajas temperaturas según se exponen en otros trabajos (Nishimoto, 2001).

En la variable nº tubérculos a 0-8 cm de la superficie del suelo, se han observado que había diferencias significativas ($p < 0.05$) entre el testigo y el resto de materiales. En el caso de la variable nº de tubérculos de 8 a 21 también se han observado que presentan diferencias significativas entre el testigo y el resto de acolchados.

En Mimgreen® se han encontrado tantos en 0-8 cm como en el intervalo 8-21 cm debido a que no hubo una gran tuberización de tubérculos y ello favoreció a que no se incrementara el número de tubérculos a profundidades más elevadas; en cuanto al PE todos los tubérculos se encontraron a una profundidad de 0-8 cm debido a que ningún tubérculo brotó y originó ningún rizoma que diese tallo o en la etapa de tuberización.

Cabe reseñar que el número de tubérculos producidos en todos los acolchados a una profundidad mayor, es más elevada que si se tiene en cuenta el número de tubérculos cerca de la superficie, por tanto encontrarse tubérculos a profundidades de 8-21 cm indica que la planta a desarrollado la etapa de tuberización; esto concuerda con Anzalone (2008).

En la figura 30 se observa la proporción del número inicial frente al final de tubérculos de juncia para cada tipo de material a los 110 DDT.

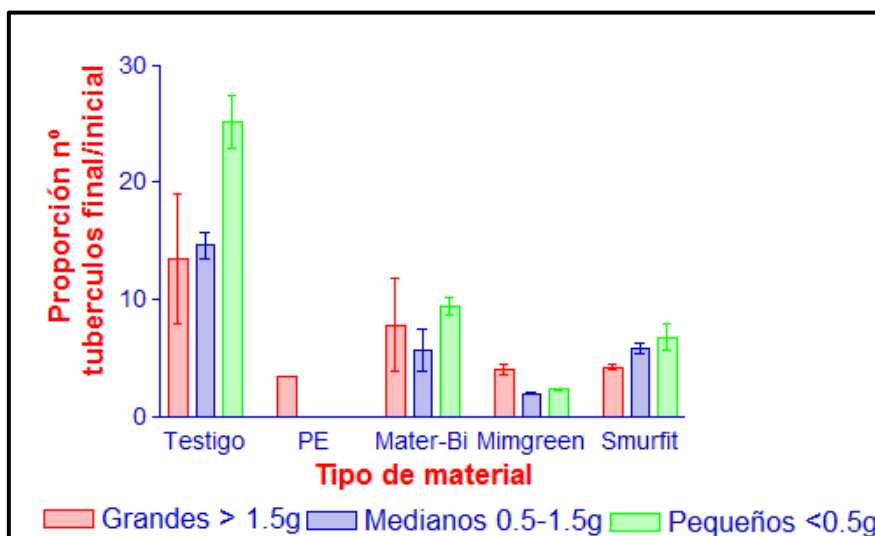


Figura 30: Proporción del número inicial frente al final de tubérculos de la juncia. Las barras de error muestran \pm error estándar.

Se observa en esta figura, al igual que en la 27, que el mayor número de tubérculos se produce en el testigo, seguido del Mater-Bi®, y posteriormente Smurfit®. En cuanto al tamaño, se observa que el mayor número de tubérculos producidos son de tamaño pequeño (<0.5g).

4.5.3.- Biomasa parte aérea de la juncia.

La siguiente figura muestra la biomasa de la parte aérea de la juncia emergida a través de los acolchados a los 110 DDT.

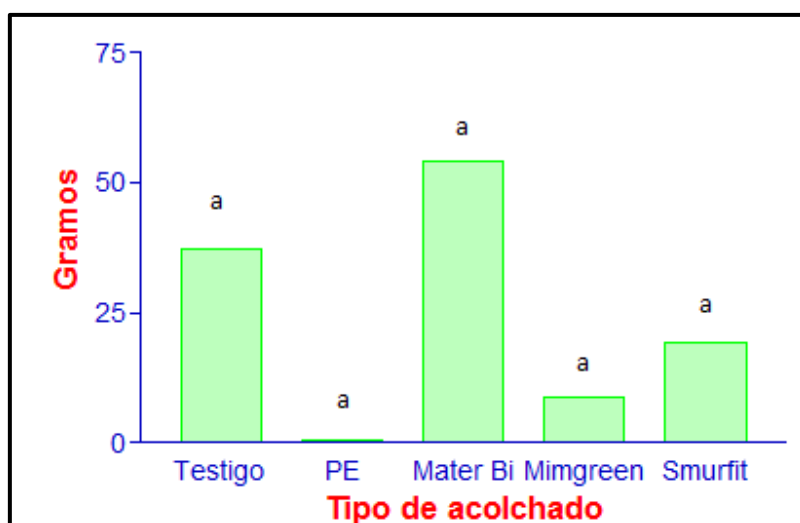


Figura 31: Biomasa de la parte aérea de la juncia emergida a través de los acolchados a los 110 DDT. Distintas letras indican diferencias significativas dentro de cada material de acolchado según la separación de medias mediante el test de Bonferroni ($p < 0.05$).

Contrariamente a lo esperado, la mayor cantidad de biomasa se observó en el Mater-Bi®, probablemente este fenómeno fuera debido a la competencia intraespecífica de la juncia en el tratamiento del testigo, ya que a la hora de recoger las plantas para calcular la biomasa, se observó que un número de tallos y hojas que estaban secos, en cambio en el Mater-Bi®, al haber un número menor de superficie foliar, las hojas y el tallo permanecían verdes y turgentes, conteniendo una mayor cantidad de biomasa.

La figura 32 muestra el peso unitario de los tubérculos para los tres grupos de tamaño (grandes >5 cm, medianos 2-5cm y pequeños).

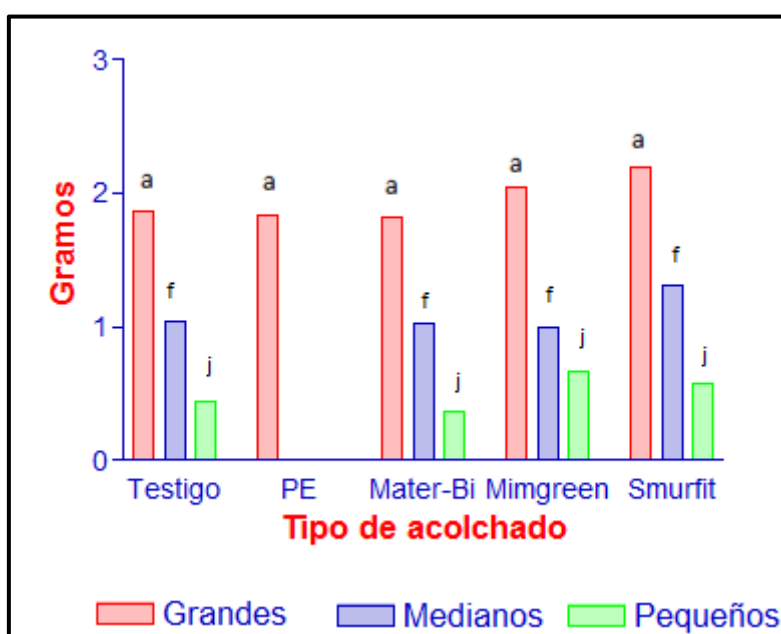


Figura 32: Peso unitario de los tubérculos encontrados.

Se observa en la figura 32 como el peso unitario de los tubérculos se mantiene similar para todos los tratamientos pero tiende a ser mayor para los papeles y Mater-Bi® siendo el menor el testigo, por tanto se puede concluir que en el proceso de tuberización, se han obtenido un alto número de tubérculos con un peso unitario bajo.

Se observa que en el testigo el *Cyperus* se ha desarrollado, ha crecido y ha sido capaz de producir nuevos tubérculos. La mala hierba al desarrollarse, ha sido capaz de realizar la fotosíntesis almacenando asimilados, produciendo nuevos tubérculos.

4.5.4.-Relaciones entre parámetros

En la figura 33 se muestra la regresión entre el número de tallos emergidos y los tubérculos producidos.

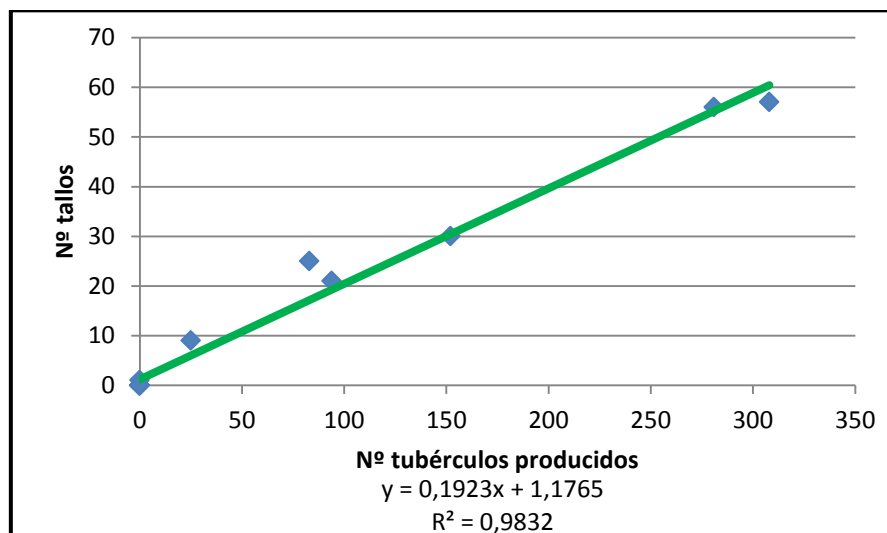


Figura 33: Relación entre el nº de tallos y su tuberización.

Tal y como era de esperar, se encontró una regresión positiva entre la producción de los tallos y de tubérculos siguiendo una proporcionalidad directa. Esto significa que cuantos más tallos se desarrollen vegetativamente, mayor será el número de tubérculos que se van a producir, según se expone en trabajos que explican el ciclo de la juncia (Stoller y Sweet, 1987). La planta gracias a los tallos fotosintéticamente activos, está produciendo asimilados. Éstos se acumulan en los nuevos tubérculos que en un futuro cuando las condiciones sean favorables brotarán y se desarrollarán generando nuevos individuos de juncia.

En la figura 34 se muestra la correlación entre el número de tubérculos producidos y el peso de la parte aérea de la juncia.

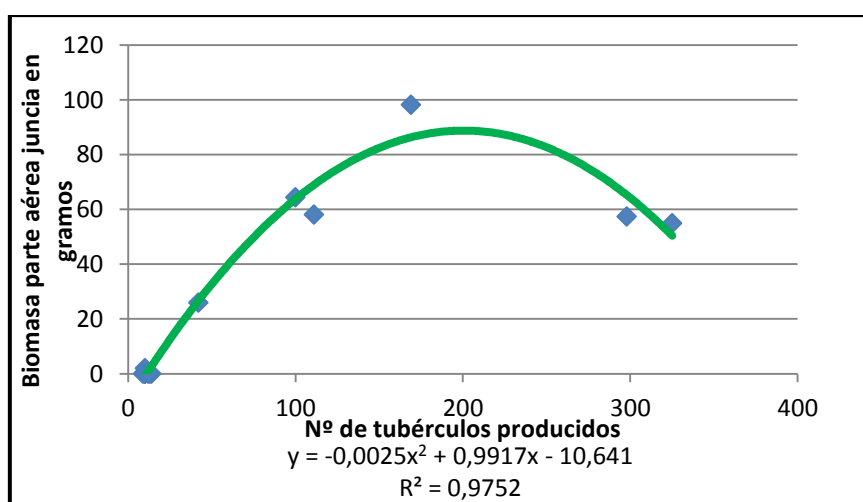


Figura 34: Biomasa de la parte aérea de juncia en función del nº de tubérculos.

Los datos se ajustaron a una curva de polinomio de grado 2, ya que la R^2 era cercana al valor 1, descartándose otras estimaciones como por ejemplo la de logaritmo neperiano con R^2 menor. Se ha observado un ajuste de tipo parabólico, en la que se observa un máximo en torno a 200 tubérculos y 85 gramos de biomasa de la parte aérea de la juncia.

Se observa que al aumentar el número de tubérculos de juncia provoca que la biomasa de la parte aérea de la juncia sea mayor, hasta llegar a un punto en el que el número elevado de tubérculos provoca la competencia directa con los tallos de la misma planta del *Cyperus* provocando que la biomasa de la juncia decrezca.

4.6.-ESTUDIO DE LA BIOMASA Y PRODUCCIÓN DE TOMATES Y SU RELACIÓN CON LA JUNCIA.

En la figura 35 se muestra el número y peso de los frutos de tomate en función de los diferentes tratamientos.

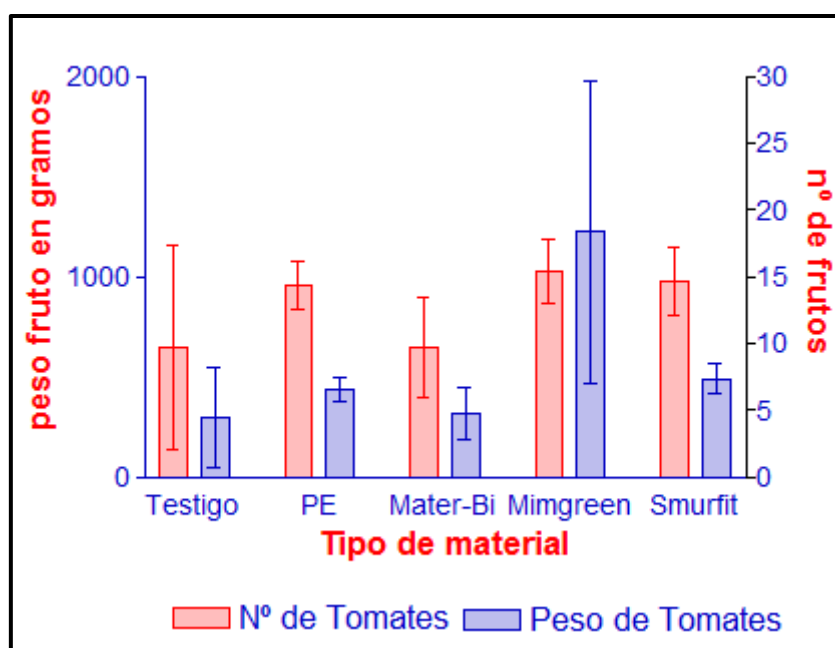


Figura 35: Nº de tomates y peso de estos por planta en función de los diferentes acolchados a los 110 DDT. Las barras de error muestran \pm error estándar.

Se observa que el Mimgreen® es el tratamiento en la que se ha obtenido un mayor número de frutos de tomate y con un tamaño mayor, posiblemente este hecho sea debido a que ha sido el mejor acolchado que ha controlado a la mala hierba, y por tanto, esta no ha afectado a la planta de tomate.

En cuanto al testigo y al Mater-Bi®, que fueron los que mayor número de tallos y tubérculos tuvieron, esta situación provocó que el número de tomates y el peso de estos, disminuyese, por una competencia directa entre las plantas de la juncia y la planta de tomate, coincidiendo con Morales-Payan *et al.* (2003).

4.6.1.- Rendimiento de tomate

La siguiente figura nos muestra la relación existente entre el número de tomates y peso de estos que se consigue por planta.

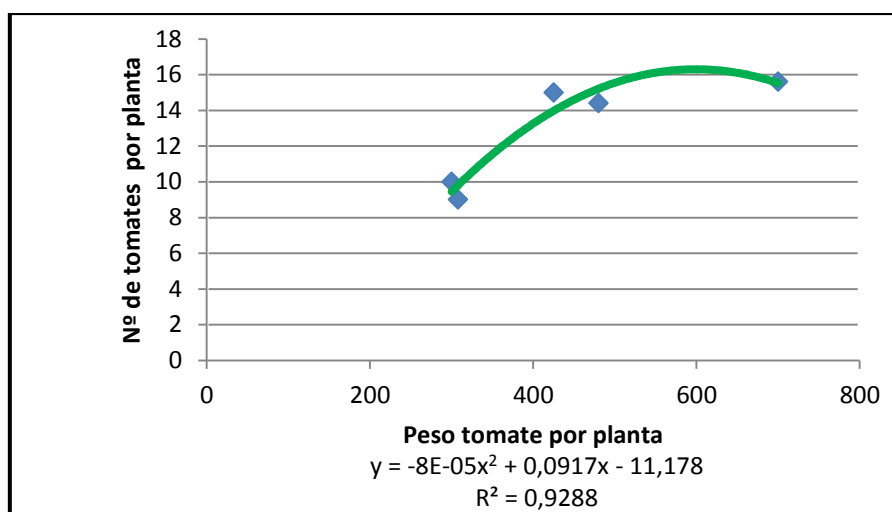


Figura 36: Relación entre el número de tomates por planta y su peso.

Se puede observar en la figura 36 que conforme vamos aumentando el número de tomates que la planta es capaz de producir, el peso de tomate por unidad de planta, va aumentando hasta llegar a un punto en la cual, tanto la producción de tomates como el peso por planta se estabilizará.

El mayor número de tomates y peso por planta es de 16 y 600 gr respectivamente.

4.6.2.- Biomasa total del tomate

La siguiente figura muestra la relación existente entre el número de tomates producidos frente a la biomasa total producida (parte aérea, raíces y frutos).

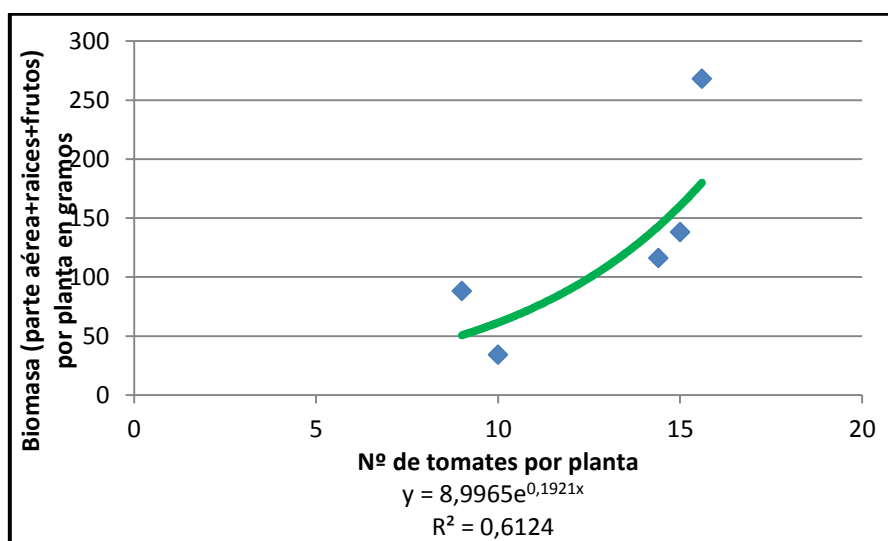


Figura 37: Nº de tomates por planta frente a la biomasa por planta.

Se observa que al aumentar el número de tomates, la biomasa que se ha generado por planta es mucho mayor.

4.6.3.- Relación entre la biomasa tomate y biomasa *Cyperus rotundus*

La figura 38 muestra la relación existente entre el peso de la parte aérea desecada y los tubérculos de la juncia, frente a la biomasa de tomate en gramos formada por la suma de parte aérea, raíces y tomates.

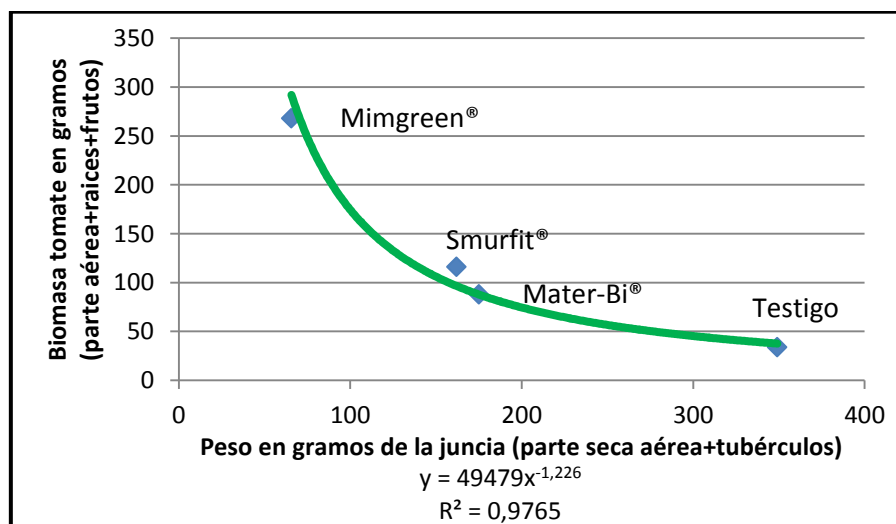


Figura 38: Relación entre el peso de la juncia en gramos y de la biomasa del tomate.

Se observa en la figura anterior que cuando no existe biomasa de juncia, (los tubérculos no han brotado), la biomasa del tomate es mayor, que cuando hay un mayor peso seco de la parte aérea y tubérculos de la juncia, ya que el peso seco de la parte aérea del tomate será menor, debido a la competencia existen entre la juncia y el cultivo, en este caso del tomate.

En la figura 39 se muestra la relación existente entre el número de tubérculos de juncia frente a la biomasa de tomate.

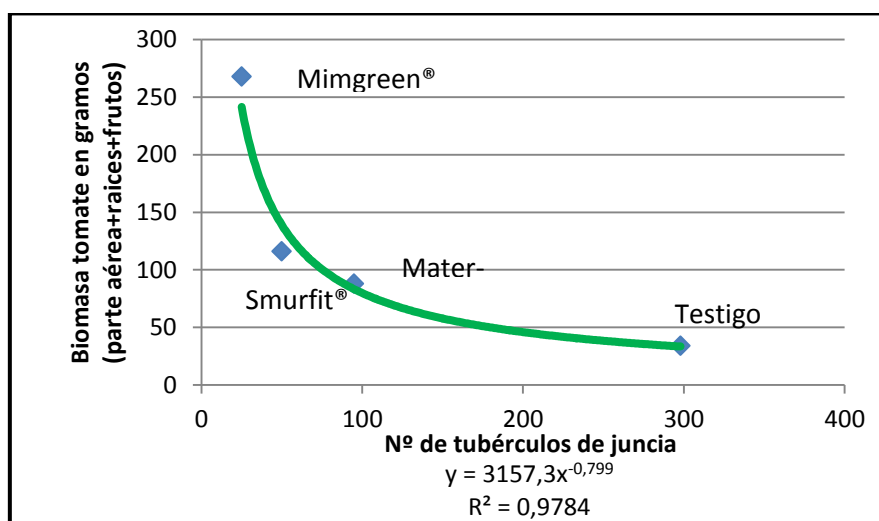


Figura 39: Relación entre el peso fresco de la raíz del tomate en función del nº de tubérculos.

Con un número bajo de tubérculos de *Cyperus rotundus*, la biomasa de tomate es elevada, debido a que la planta tiene una mayor cantidad de nutrientes y una cantidad de agua adecuada sin que ningún tubérculo pueda arrebatársela, en cuanto el número de tubérculos aumenta, existe una mayor competencia en parámetros como son el volumen de tierra, el agua, y nutrientes, por ese motivo, al presentar la maceta un mayor número de tubérculos, la biomasa de tomate será menor.

La figura 40 muestra la relación existente entre el número de tomates por planta y el número de tubérculos en los diferentes tratamientos.

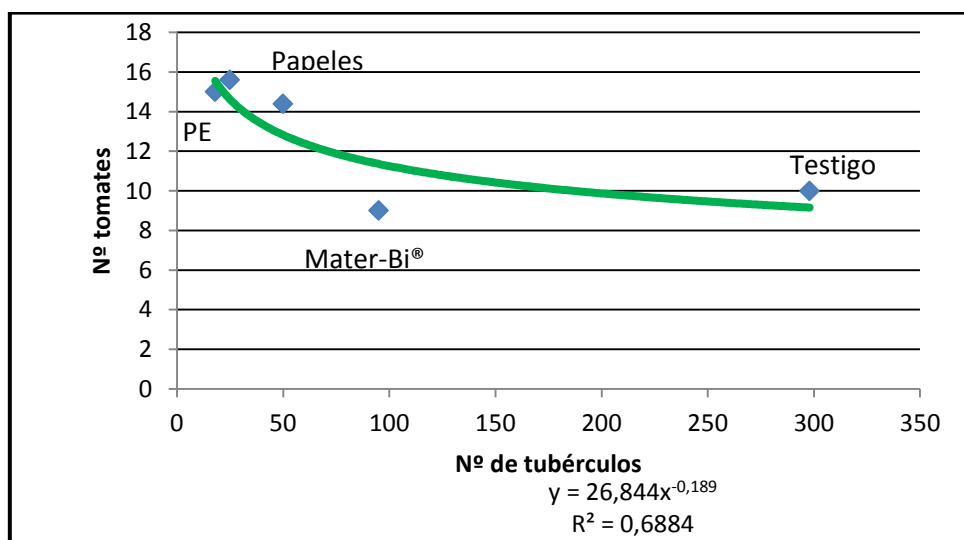


Figura 40: Número de tomates por planta y número de tubérculos en diferentes tipos de acolchados.

De esta figura se puede observar que el número de tomates en el testigo y en el Mater Bi® disminuye respecto al resto; esto puede ser debido al hecho de que tanto el testigo, como el plástico biodegradable, tuvieron un mayor desarrollo del *C. rotundus* y provocó que hubiera una competencia directa entre la planta de tomate y juncia, por nutrientes, luz, agua y se reflejara en la disminución del rendimiento de tomates, coincidiendo con lo publicado por Bangarwa *et al.* (2011) y por Maestre (2003).

En cuanto al número de tubérculos totales se observa que donde ha crecido un mayor número de plantas de la juncia, ha provocado la reducción en el número de tomates, también han producido nuevos tubérculos. Se puede concluir que el número de tallos y el número de tubérculos tienen una relación proporcional.

La figura 41 muestra el efecto que existe entre el número de tubérculos de la juncia y el peso de los frutos de tomate

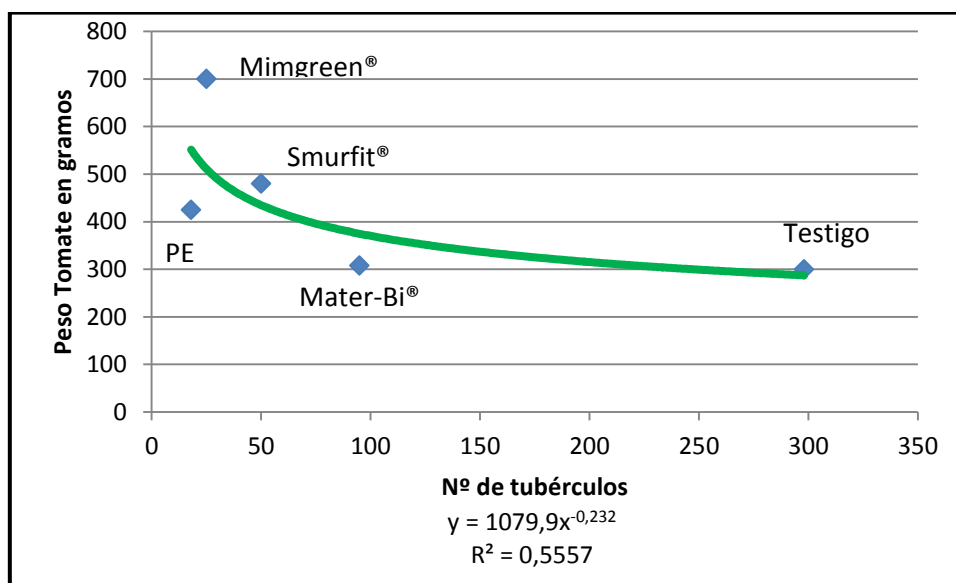


Figura 41: Nº de tubérculos y gramos de tomate en diferentes tipos de acolchado.

Lo mismo que ocurría en el gráfico anterior, el peso de tomates por planta disminuye en el caso del testigo y del Mater Bi, reduciendo los rendimientos de las plantas de tomate debido a la competencia que ejerce la juncia tal y como se puede comprobar en el trabajo realizado por Morales-Payan *et al.* (2003).

ENSAYO 3

Respuesta de la brotación de *Cyperus rotundus* L. a distintas condiciones de almacenamiento

ENSAYOS PRELIMINARES

4.1.-PORCENTAJE DE BROTACIÓN DE TUBÉRCULOS CONSERVADOS EN DIFERENTES CONDICIONES MODIFICANDO ALGÚN FACTOR.

- Cámara de germinación frente a estufa

Ensayo A: Tubérculos procedentes de diferentes macetas del mismo año.

En las siguientes figuras se representan el porcentaje de brotación de varios grupos de tubérculos conservados en la cámara a 4^ªC durante 5 meses y puestos a germinar a 35^ºC durante 24 h en oscuridad en la estufa y, en la cámara a 35^ºC durante 12 horas con luz y a 20^ºC durante 12 horas sin luz, en placas Petri con un 100% de humedad, según trabajos realizados por (Nishimoto, 2001). Se utilizaron tubérculos recuperados del ensayo 2 proveniente de diferentes macetas: acolchados con Mater Bi®, papel Smurfit® o sin acolchar (testigo).

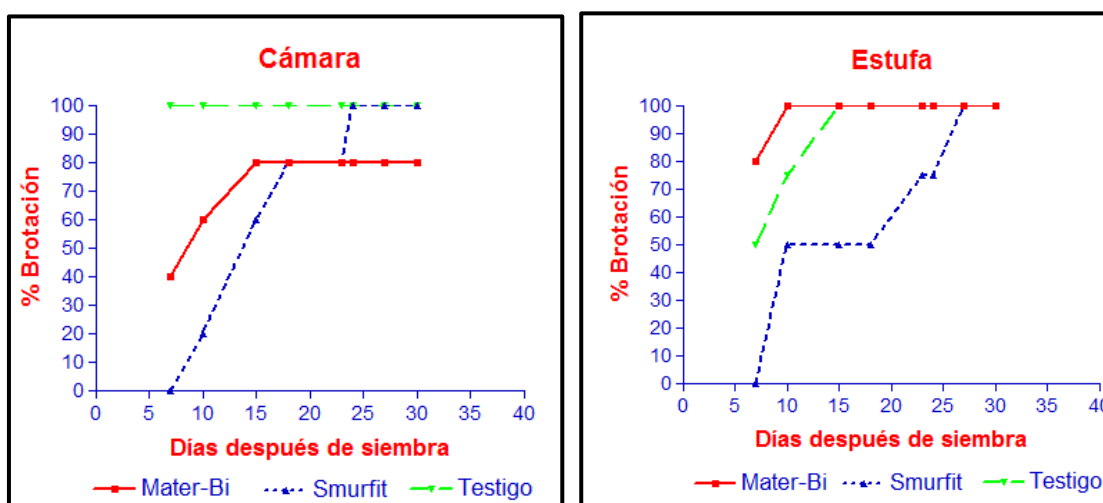


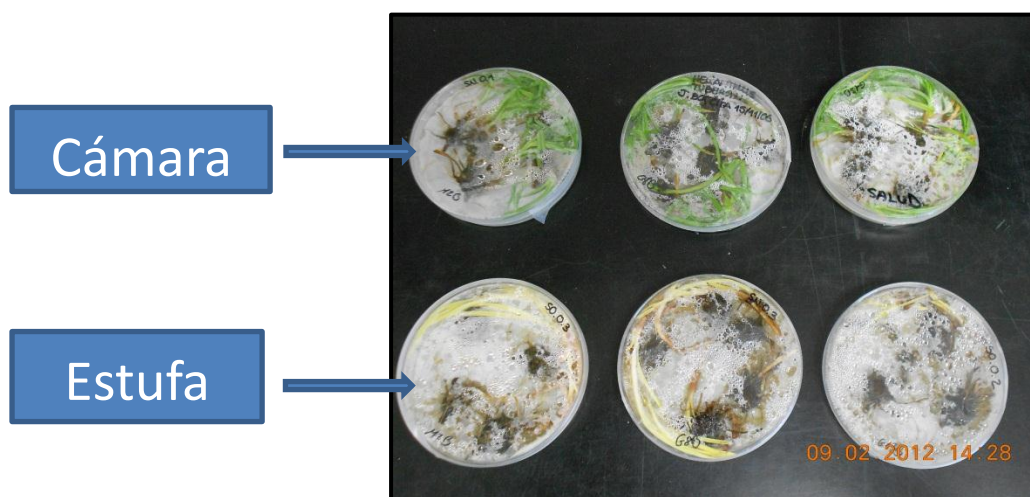
Figura 42 y 43: Comparativa entre la estufa y la cámara de germinación en la brotación de la juncia. Izquierda: porcentaje de brotación obtenido en la cámara; derecha: porcentaje de tubérculos que han brotado en la estufa.

Se observa de las anteriores figuras que en la estufa se han obtenido unos mayores porcentajes de brotación y de forma más rápida, que en la cámara de germinación.

Además se observó que en la cámara de brotación, los tubérculos tenían geotropismo negativo debido a que los tallos levantaban la tapa de las placas Petri, creciendo con un alto vigor y con hojas no cloróticas (fotografía 48), en cuanto a la estufa fue lo contrario, no poseyendo geotropismo negativo, sin tanto vigor, tal como refleja la fotografía 49, en la que se observa la diferencia existente entre los tubérculos en la cámara de brotación y la estufa.



Fotografía 48: Tallo levantado la tapa de la placa de Petri en las condiciones de la cámara de germinación.



Fotografía 49: Comparativa de los diferentes tubérculos puestos a brotar en la cámara (placas del fondo) y en la estufa (las de delante).

No obstante, a los 25 días después de iniciar los ensayos, los porcentajes fueron los mismos independientemente del origen de los tubérculos. Se optó por elegir la cámara de germinación. En la tabla 2, se muestran mejores porcentajes de brotación con variación de temperatura, que a temperatura constante; según Miles *et al.* (1996), a 25°C durante 12 horas y 35°C durante 12 horas, se conseguían porcentajes de germinación del 100% a los 10 días.

Cabe observar que los tubérculos del tratamiento de Smurfit®, tardaron más en brotar, ya que los tubérculos pudieron sufrir algún daño, o tener menos reservas, no ocurriendo en el caso del testigo, en el que se desenterraron una mayor cantidad (alta tuberización) y estos tenían mayores reservas para que se favoreciera la velocidad de brotación.

Después del primer ensayo previo, se decidió repetir con más tubérculos separando esta vez por tamaños.

Ensayo B: Tubérculos de diferentes tamaños

En las figuras 44 y 45 se muestra el porcentaje de germinación de los tubérculos obtenidos en la cámara de germinación provenientes de diferentes tratamientos, tamaños de tubérculos y de distintas profundidades (abajo → más de 8 cm de profundidad, arriba → menos de 8 cm de profundidad).

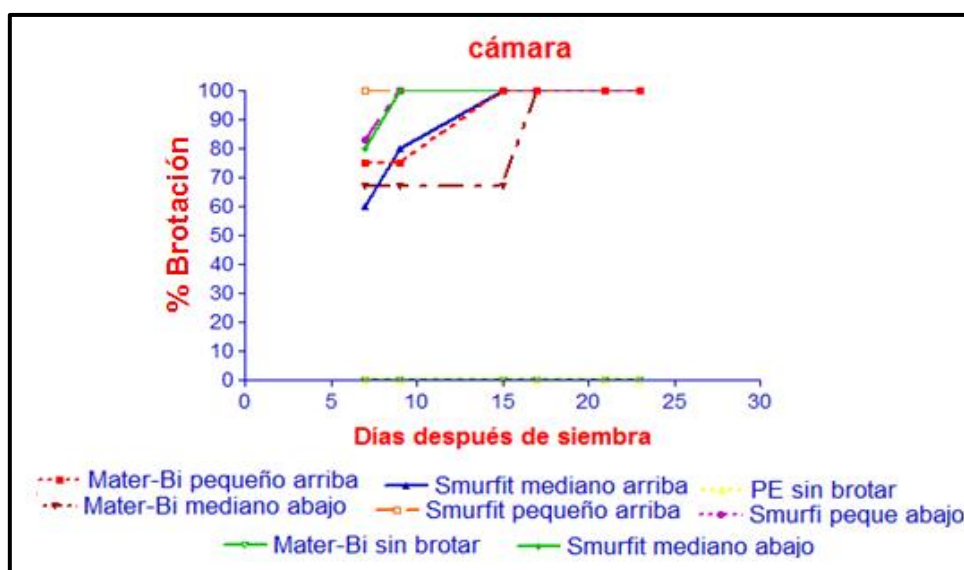


Figura 44: Porcentaje de brotación de los tubérculos provenientes de los diferentes tratamientos del ensayo 2 obtenido en la cámara.

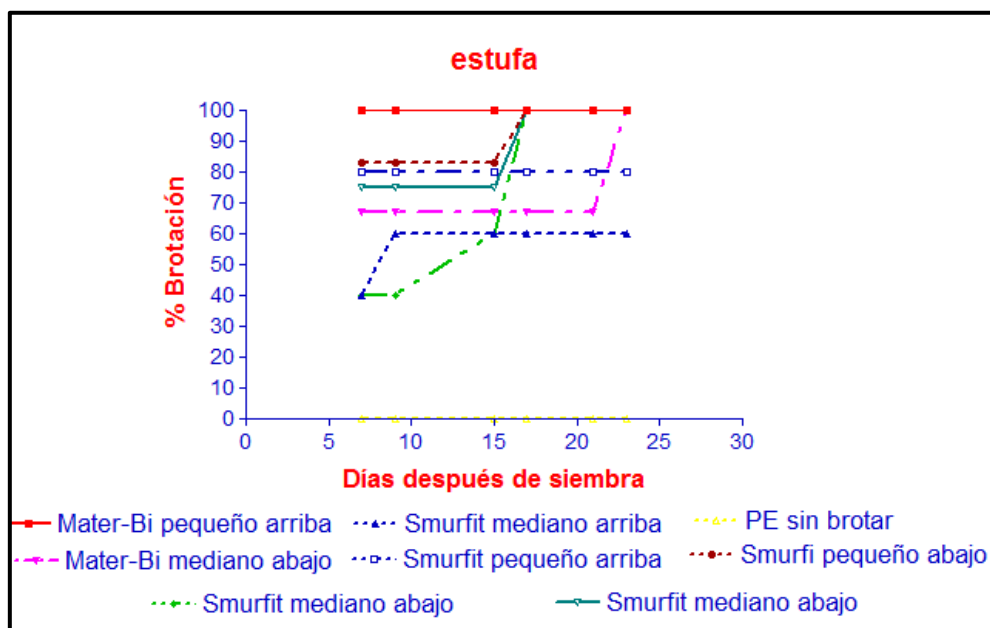


Figura 45: Porcentaje de germinación de los tubérculos provenientes de los diferentes tratamientos del ensayo 2 obtenidos en la estufa

En las figuras 44 y 45 se observa que tanto en la cámara de germinación como en la estufa, la brotación se inicia a los 5 días después del inicio del ensayo, la cual osciló entre 40 y 100%, encontrándose repuntes de brotación en el periodo de tiempo de 5 a 15 días.

Tanto en la estufa como en la cámara no se han obtenido nuevas brotaciones a partir de los 21 días después de la colocación de los tubérculos en el día 0.

La brotación de los tubérculos se realiza con mayor rapidez en los de tamaño pequeño, que en los de tamaño mediano, alcanzándose en el transcurso del tiempo el mismo número de tubérculos que han brotado.

En este segundo ensayo se han observado, mayores porcentajes en la cámara de germinación que en la estufa. Los tubérculos que tuvieron una alta tasa de germinación fueron los tubérculos de tamaño pequeño en la maceta con el papel Smurfit® y de Mater Bi®, destacando sobre el resto.

- Tubérculos viejos frente a nuevos

En la siguiente figura se muestra el porcentaje de brotación en la cámara de germinación de los tubérculos que se han producido en este último ciclo de la planta y de los tubérculos que se habían sembrado para los ensayos y que no brotaron.

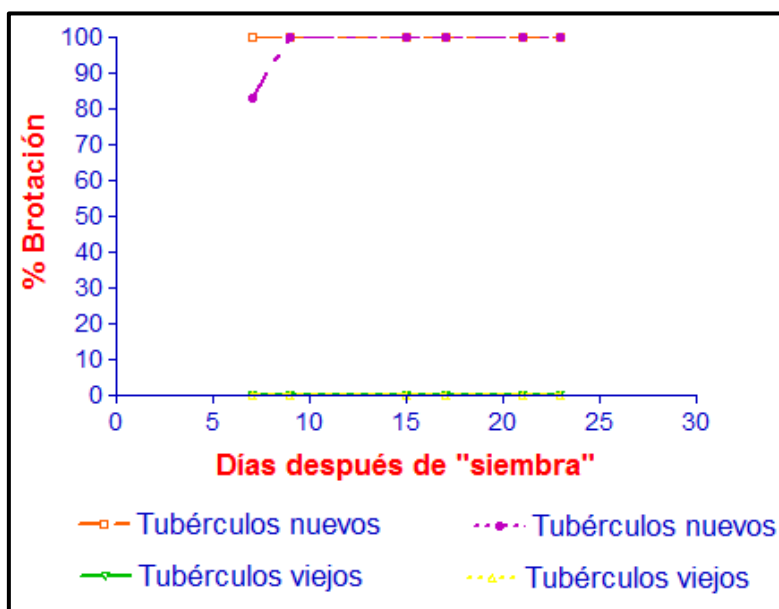


Figura 46: Porcentaje de germinación de los tubérculos viejos y nuevos.

Se puede observar que algunos de los tubérculos que se habían puesto al inicio del ensayo (viejos), al ponerlos a germinar, no emitieron ningún tallo, en cambio los tubérculos nuevos puestos a germinar provenientes de la última tuberización de la juncia producida este último otoño, sí que lo hicieron. Posiblemente, los tubérculos que no han germinado han dejado de ser viables, ya que las oscilaciones de temperatura y luz deberían haber roto su latencia según Kawabata y Nishimoto. (2003).

Los tubérculos de las cubetas que estuvieron encharcadas del ensayo 1, no han conseguido brotar, una vez conseguidas las condiciones óptimas en la cámara de germinación, dejando de ser viables (lo mismo que ha pasado con los tubérculos originados en otros años).

Las condiciones elegidas para estudiar la brotación de los tubérculos bajo diferentes formas de almacenamiento han sido las siguientes:

1.-Se ha elegido la cámara de germinación con un fotoperiodo de 12 horas de luz a 35°C y 12 horas en oscuridad a 20°C frente a la estufa, aunque el Tinytag®, mostró que el rango de temperaturas (figura 47) había sido inferior a lo establecido inicialmente, estando la temperatura media de la cámara durante este ensayo a 24.8°C y obteniéndose un máximo de 34.3°C. (32-33°C durante el día y 18°C durante la noche); No había problemas de corte de luz., además de que la juncia su crecimiento y brotación se ve favorecida por fotoperiodos positivos, no teniendo esos fotoperiodos en la estufa.

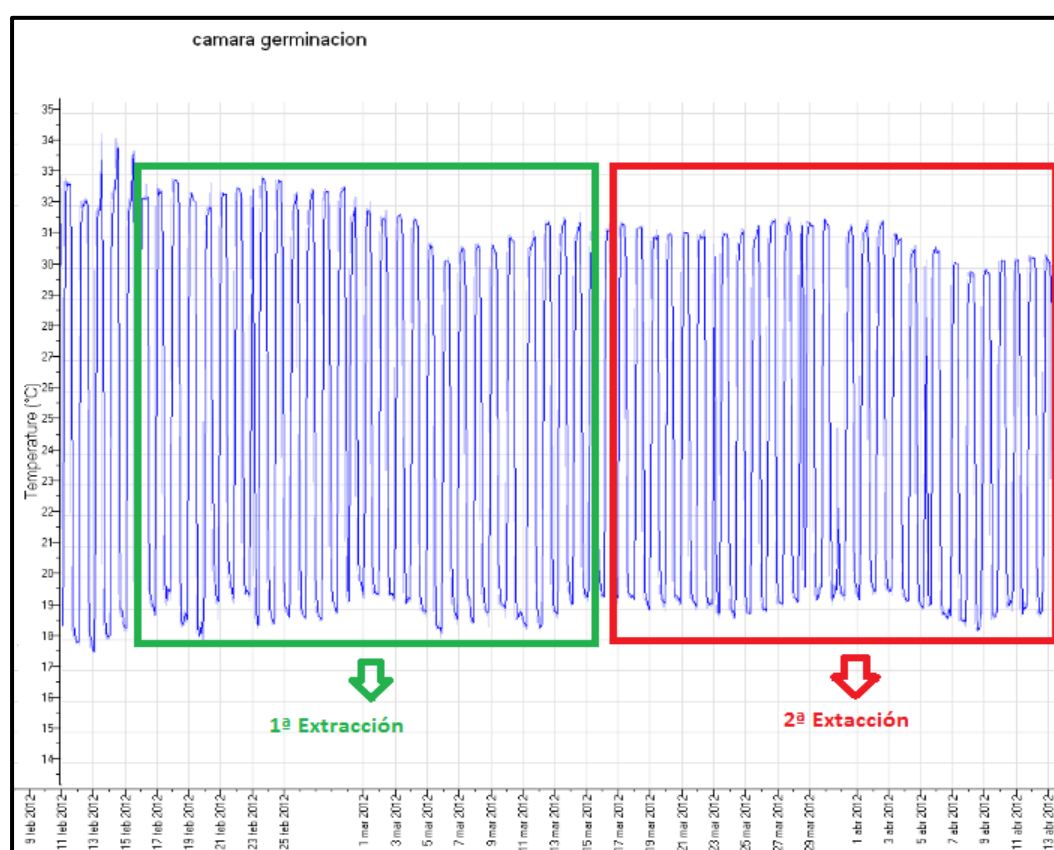


Figura 47: Evolución de las temperaturas de la cámara de germinación a lo largo del tiempo.

2.-Se han elegido los tubérculos que se produjeron en el año pasado, descartando los tubérculos que se habían producido en otros años, debido a que las yemas de estos últimos, no se hincharon y por tanto no se desarrollaron los tallos del *C. rotundus*.

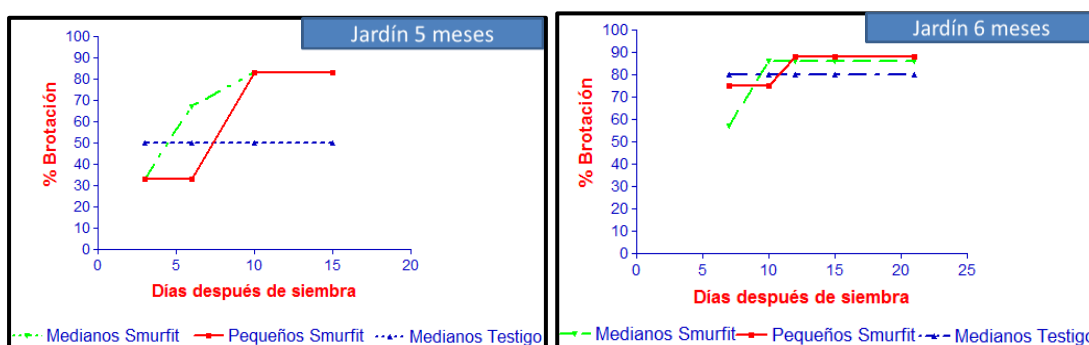
3.-Se eligió los tubérculos del tratamiento: del testigo y del Mater-Bi® y Smurfit® debido a que estos fueron los que mayor número de tubérculos se produjeron al final del ciclo de la juncia en otoño.

ENSAYO PRINCIPAL

4.1.- DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE TUBÉRCULOS QUE HAN BROTADO BAJO UNAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO CONOCIDAS.

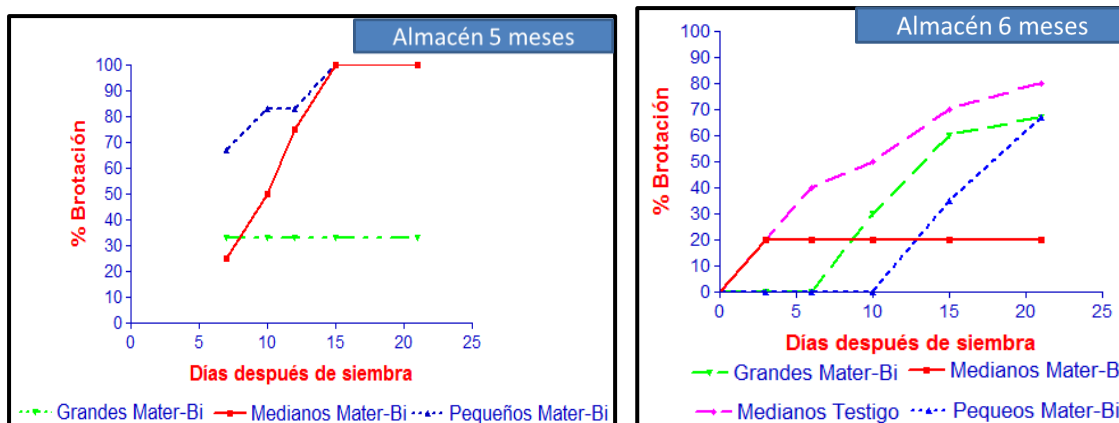
Una vez determinadas las condiciones en las que se va a estudiar la brotación de los tubérculos almacenados en diferentes condiciones, se eligió un número conocido de tubérculos de diferentes calibres (grandes \rightarrow 1.5g, medianos \rightarrow 1.5-0.5g, pequeños \rightarrow <0.5g), procedentes de 3 las condiciones de almacenamiento diferentes (cámara a 4°C en ausencia de luz, almacén a temperatura ambiente en ausencia de luz y en las macetas del jardín), donde se han guardado desde que se desenterraron en el mes de septiembre. Se extrajeron tubérculos a los 5 y 6 meses después de su almacenamiento.

Las Figuras 48 y 49 muestran los porcentajes de brotación de los tubérculos enterrados en macetas en el jardín extraídos a los 5 y 6 meses.



Figuras 48 y 49: Porcentaje de tubérculos que han germinado, guardados en el jardín a Tª ambiente después de 5 y después de 6 meses.

Se observó un repunte en la brotación a los 5 a 10 días, obteniéndose porcentajes cercanos 85% para la mayoría de los tubérculos, exceptuando los medianos del testigo en la primera extracción, que no superaron el 50%. Sorprendentemente, hubo mayores porcentajes de brotación a los 6 meses de almacenamiento que a los 5 meses, esto puede ser debido a que en la segunda extracción muchos tubérculos estaban empezando a germinar en esas condiciones naturales.

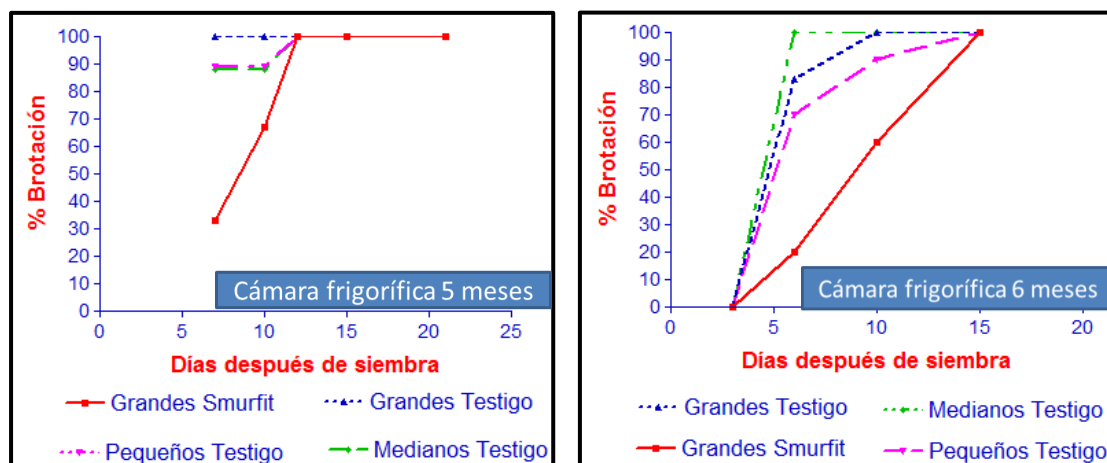


Figuras 50 y 51: Porcentaje de tubérculos que han germinado, almacenados en el almacén a Tª ambiente, en ausencia de luz después de 5 y después de 6 meses.

Los tubérculos que antes germinan son los pequeños, seguido de los medianos y por último los tubérculos grandes.

Se observaron los tubérculos extraídos a los 6 meses de almacenamiento en el almacén con temperatura ambiente y en oscuridad, y puestos a brotar, aparecieron hongos por todo el tubérculo, impidiendo su brotación.

A continuación se presentan los porcentajes de germinación obtenidos de los tubérculos almacenados a 4°C en ausencia de luz.

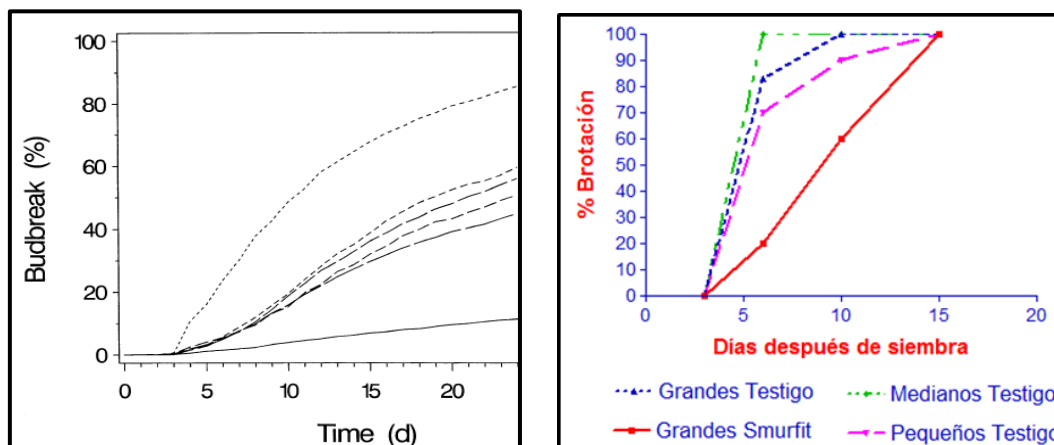


Figuras 52 y 53: Porcentaje de tubérculos que han germinado, guardados a 4°C en ausencia de luz después de 5 y después de 6 meses.

Los tubérculos que más tardaron en brotar fueron los tubérculos procedentes del material Smurfit®, alcanzándose el máximo a los 10 días en la primera extracción y a los 15 días en la segunda extracción.

A pesar de ello, los tubérculos almacenados a 4°C en ausencia de luz han alcanzado el máximo porcentaje de brotación después de 5 y 6 meses independientemente del origen de los tubérculos.

En las siguientes figuras, se muestra el porcentaje de brotación de los tubérculos bajo oscilaciones de temperaturas o a temperatura constante, esta última llevada a cabo por el grupo de investigadores Kawabata y Nishimoto. (2003).



Figuras 54 y 55: Izquierda: Porcentaje de tubérculos que han germinado a temperatura constante de 20°C (Kawabata *et al.*, 2003) Derecha: Porcentaje de tubérculos que han germinado con oscilación de temperatura de 20°C 12 horas y 35°C 12 horas.

A temperaturas constantes de 20°C a los 4 días se observan los primeros tubérculos que habían brotado, alcanzándose a los 24 días una media del 45% Kawabata y Nishimoto. (2003). En nuestro caso con una oscilación de temperaturas de 20°C durante 12 horas y las restantes a 35°C, se han conseguido en la mayoría de los casos, porcentajes de germinación del 100% (figura 54), o del 20% en el peor caso a los 20 días (figura 51), por tanto se puede decir que el tratamiento de oscilación de temperaturas favorece el porcentaje de brotación de los tubérculos, coincidiendo con Miles *et al.* (1996), Nishimoto, (2001), Kawabata y Nishimoto. (2003), Travlos *et al.* (2009).

A continuación en siguientes figuras, que muestran el porcentaje de brotación de los tubérculos con una duración de 12 horas a 35°C.

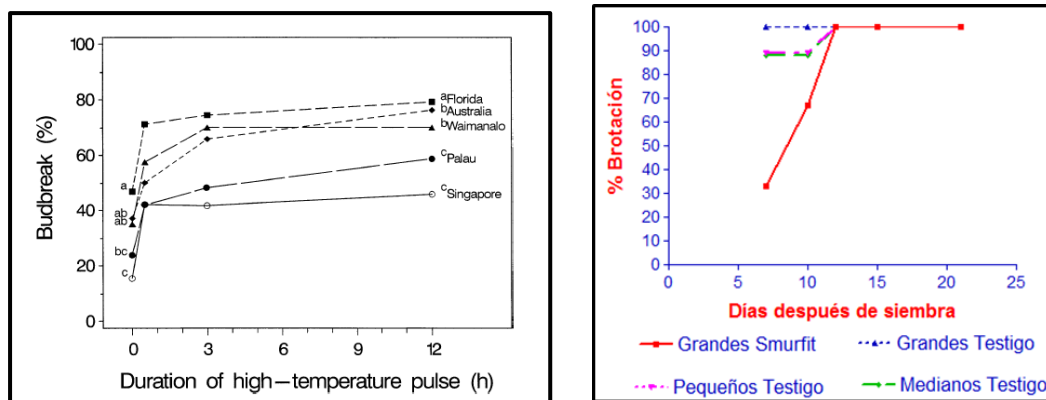


Figura 56 y 57: Izquierda: Porcentaje de tubérculos germinados en 7 días a 35°C con las diferentes duraciones en un mismo día Kawabata y Nishimoto. (2003). Derecha: porcentaje de tubérculos con una alternativa de temperatura de 35°C durante 12 horas, frente a los 20°C durante 12 horas.

La alternancia de temperaturas de 20/35°C ha provocado que el porcentaje de tubérculos que han brotado, coincida con los ensayos realizados por Kawabata y Nishimoto. (2003). Además de la oscilación de temperatura, colocar los tubérculos a una temperatura mayor en la cámara de germinación, provoca que el porcentaje de brotación sea mayor, así para la combinación de temperaturas de 23/28°C se obtiene 45%, y de 25/35°C con un 93% (tabla 2).

5.-CONCLUSIONES

ENSAYO 1

Ensayo de campo con acolchados biodegradables para el control del *Cyperus rotundus* L.

1. No ha habido emergencia ni brotación de los tubérculos de juncia que se pusieron en las cubetas, debido al encharcamiento, provocando que de los 59 tubérculos iniciales, sólo se hayan podido encontrar 18, el resto se han podrido.
2. En el resto del ensayo se ha observado que el mayor número de malas hierbas por m² y de biomasa se ha encontrado en el testigo, mientras que todos los acolchados controlaron satisfactoriamente las malas hierbas.
3. El acolchado que peor ha controlado a la juncia ha sido el Mater Bi® con una eficacia de 92% y los que mejor la han controlado han sido los 2 papeles (97%).
4. La juncia no pudo atravesar el papel, pero brotó debajo del acolchado emitiendo tallos cloróticos, por tanto se vieron abultamientos bajo los materiales de papel.
5. El material de acolchado en el que más se degradó la zona externa fue el Mater Bi®, observándose daños a los 63 días después del tratamiento (DDT), siguiéndole en la degradación el papel Smurfit®, el papel Mimgreen® y siendo el PE el material menos degradado.
6. El material de acolchado en el que más se degradó la zona enterrada, fue el papel Smurfit® observándose daños a los 15 DDT, siguiéndole en la degradación el papel Mimgreen®. Esto es debido a que los papeles se degradan estando en contacto directo con la humedad del suelo. Le siguió Mater Bi®, y siendo el PE el material menos degradado.

ENSAYO 2

Ensayo en macetas con acolchados biodegradables para el control de *Cyperus rotundus* L.

1. Los resultados de las macetas difieren a los obtenidos en campo, ya que los tubérculos sembrados en las tres repeticiones de PE no germinaron y por tanto, no se pudo observar si el PE controlaba la juncia. Estos resultados no coincidieron con los del ensayo 1 donde el *C. rotundus* atravesó el PE, ni con los trabajos previos.
2. El tratamiento en el que se observó el mayor número de tallos y de tubérculos fue el testigo, seguido de Mater-Bi®, Smurfit®, Mimgreen®. Por ello, los materiales plásticos y de papel controlaron parcialmente la emergencia de la juncia, si se compara con el testigo.
3. Tanto el papel Smurfit® como el papel Mimgreen® no previnieron la nascencia de la juncia, pero fueron capaces de soportar su empuje, observándose abultamientos en los acolchados de papel, produciendo unas hojas cloróticas y secas debajo de éstos. Parte de los tallos de juncia aprovecharon los huecos existentes entre la pared de la maceta y el acolchado para emerger.
4. El mayor peso y número de tubérculos se ha producido en el testigo. No obstante, la mayor cantidad de biomasa aérea de la juncia se observó en el Mater-Bi®. Probablemente esto es debido a la competencia intraespecífica de la juncia en el tratamiento del testigo, ya que se observó que un número de tallos y hojas que estaban secos, lo cual no se observó en el Mater-Bi®.
5. En todos los tratamientos, el mayor número de tubérculos obtenidos ha sido de calibre pequeño <0.5g, teniendo lugar el proceso de tuberización a una profundidad de 8 a 21 cm, desarrollándose un número menor de tubérculos a una profundidad cercana a la superficie (0-8 cm).
6. En el testigo se encontraron 20 veces el peso inicial de tubérculos de juncia, en el caso del Mater-Bi®, se encontró 6 veces el peso inicial, para el caso de Smurfit® y Mimgreen®, 4 y 3 veces, respectivamente. A pesar de que *C. rotundus* fue capaz de atravesar el Mater-Bi®, su tasa de reproducción fue menor a la del testigo, por tanto todos los acolchados contribuyen en reducir la población de juncia.
7. En cuanto al rendimiento de tomate, se observó que el Mimgreen® fue el tratamiento en el que se obtuvo un mayor número de frutos de tomate y con un tamaño mayor. En el testigo y Mater-Bi®, se obtuvieron el menor número de tomates y menor peso.
8. Se observó que cuando no existe biomasa de juncia, la biomasa total de las plantas de tomate es mayor, debido a la menor competencia de la juncia.

ENSAYO 3

Respuesta de la brotación de *Cyperus rotundus* L. a distintas condiciones de almacenamiento

1. Las condiciones óptimas para la germinación fueron: cámara de germinación 35°C durante 12 horas con luz y 20°C durante 12 horas sin luz. En la estufa en ausencia de luz la brotación fue más rápida pero se produjeron problemas técnicos de mantenimiento de la misma.
2. Los tubérculos puestos a brotar en la cámara de germinación demostraron mayor vigor, crecimiento que los mismos tubérculos que habían brotado en la estufa en ausencia de luz. Por tanto el fotoperiodo positivo favorece el desarrollo de la planta.
3. Tanto en la cámara de germinación como en la estufa, la brotación se produjo a partir de los 5 días después de la siembra (DDS) y se prolongó hasta 21 DDS. Después no se observaron brotaciones.
4. Los tubérculos que se obtuvieron en otros años (viejos) no han brotado en las condiciones utilizadas. Tampoco ningún tubérculo procedente de las cubetas que estuvieron encharcadas del ensayo 1 ha conseguido brotar una vez conseguidas las condiciones óptimas en la cámara de germinación, por lo que probablemente hayan perdido la viabilidad; mientras que los tubérculos nuevos puestos a brotar provenientes de la última tuberización de la juncia producida este último otoño, si que lo hicieron.
5. Los tubérculos provenientes del tratamiento de papel Smurfit® brotaron más lentamente y tuvieron un menor porcentaje de brotación. Esto puede estar relacionado a que fue uno de los tratamientos con menor número de tubérculos encontrados, además de que estos posiblemente tendrían menos reservas.
6. La brotación de los tubérculos ocurrió con mayor rapidez en los de tamaño pequeño, seguido de los medianos y por último de los tubérculos grandes.
7. Los tubérculos almacenados en las macetas en las macetas brotaron de forma espontánea desde mediados de marzo. En los tubérculos guardados en almacén se observaron hongos a partir de mediados de marzo, lo cual redujo su viabilidad. Las mejores condiciones de almacenamiento se han alcanzado guardando los tubérculos a 4°C obteniendo porcentajes de brotación de 100% tras estar 6 meses almacenados.

6.-BIBLIOGRAFÍA

ANONYMOUS. 2004. Pennant Magnum 7.62 EC. Syngenta Crop Protection, T & O Products, P.O. Box 18300, Greensboro, NC 27419.

ANTHOS. http://www.anthos.es/v22/index.php?page=nombres&set_locale=es Fecha de consulta: 6 Noviembre 2011

ANZALONE A. 2008. Evaluación de alternativas al uso del polietileno como cubierta del suelo para el manejo de malas hierbas y otros aspectos agronómicos en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* P. Mill.) en España y Venezuela. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. 423 pp.

ASCARD J. 1995. Thermal weed control by flaming: biological and technical aspects. Tesis doctoral. Department of Agricultural Engineering. Swedish University of Agricultural Sciences. Alnarp, Suecia. 222 pp.

BANGARWA S.K., NORSWORTHY J.K., GBUR E.E. 2009. Integration of a Brassicaceae cover crop with herbicides in plasticulture tomato. *Weed Technol.* 23:280-286.

BANGARWA S.K., NORSWORTHY J.K., MATTICE J. D., GBUR E.E. 2011. Yellow Nutsedge Interference in Polyethylene-Mulched Bell Pepper as Influenced by Turnip Soil Amendment. *Weed Technology* 25:466-472.

BENDIXEN L. E. 1973. Anatomy and sprouting of yellow nutsedge tubers. *Weed Science* Vol. 21 No. 6:501-503.

BERGER, G. 1966 Dormancy, growth inhibition and tuberization of nutsedge *Cyperus rotundus* as affected by photoperiods. Ph.D. Thesis, Univ. California, Riverside 110 pp.

BLUM R.R., ISGRIGG J.III, YELVERTON F.H. 2000. Purple (*Cyperus rotundus*) and yellow nutsedge (*C. esculentus*) control in bermudagrass (*Cynodon dactylon*). *Weed Technol.* 14:357-365.

CIRUJEDA A, AIBAR J, ZARAGOZA C, ANZALONE A., GUTIERREZ M, FERNÁNDEZ-CAVADA S, PARDO A, SUSO M^a L., ROYO A, MARTÍN L, MORENO M.M., MORENO A, MECO R., LAHOZ I., MACUA J.I. 2008. Evaluación de acolchados para el control de la flora en un cultivo de tomate. Congreso 2008 de la Sociedad Española de Malherbología, Bullas. Murcia. España, 217-221.

CIRUJEDA A., AIBAR J., ZARAGOZA C. 2011. Purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) can be controlled by paper mulch in tomato crop [abstract]. Joint workshop of the EWRS working groups Weed management in arid and semi-arid climate and Weed management systems in vegetables: abstracts. Huesca, Spain, 4 – 8 September 2011, pp. 20.

- CIRUJEDA A., ANZALONE A., AIBAR J., ZARAGOZA C. 2010a. "Control de la juncia (*Cyperus rotundus* L.) en cultivos hortícolas mediante acolchado con papel". IX Congreso SEAE: Calidad y Seguridad Alimentaria, Lleida, 7 de octubre de 2010.
- CIRUJEDA A., ZARAGOZA C., ANZALONE A., PARDO G., AIBAR J. 2007. Control mecánico de las malas hierbas en tomate de industria. *Phytoma España* 193, 50-52.
- CIRUJEDA A., ZARAGOZA C., ANZALONE, A.; AIBAR, J. 2010b. El acolchado de papel puede controlar eficazmente la juncia (*Cyperus rotundus* L.). *Agricultura ecológica (AE)*, nº 0:30-31.
- COOLONG, T. 2010. Performance of paper mulches using a mechanical plastic layer and water wheel transplanter for the production of summer squash. *HortTechnology* Vol. 20 No. 2:319-324.
- DURIGAN, J.C. 2000. Integration of mechanical and chemical methods to the purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) control Científica (Jaboticabal) Vol. 28 No. 1/2 pp. 87-101.
- EL-SHEIKH M.A. 2005. Plant succession on abandoned fields after 25 years of shifting cultivation in Assiut, Egypt. *Journal of Arid Environments* 61, 461-481.
- ETHEREDGE L.M., GRIFFIN J.L., BOUDREAUX J.M. 2010. Purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) competition with sugarcane and response to shade. *Journal-American Society of Sugar Cane Technologists*, 30: 89-103.
- FUENTES R.G., BALTAZAR A.M., MERCA F.E., ISMAIL A.M., JOHNSON D.E. 2010. Morphological and physiological responses of lowland purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) to flooding. Vol. 2010: 1-13.
- GARCIA TORRES L., FERNÁNDEZ-QUINTANILA C. 1991. Fundamentos sobre malas hierbas y herbicidas. Ed. Mapa-Mundiprensa, Madrid, 348 pp.
- GRICHAR W.J., BESLER B.A., BREWER K.D. 2003. Purple nutsedge control and potato (*Solanum tuberosum*) tolerance to sulfentrazone and halosulfuron. *Weed Technol.* 17:485-490.
- GROENENDAEL, J. M. y B. HABEKOTTÉ 1988. *Cyperus esculentus* L.- biology, population dynamics, and possibilities to control this neophyte." *Zeitschrift fuer Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz Sonderheft* 11: 61-69.
- HAMMERTON, J.L. 1975. Experiments with *Cyperus rotundus* L. III. Season variations in growth. *Weed Res.* 15: 339-348.
- HAUSER E.W. 1962. Development of purple nutsedge under field conditions. *Weeds* 10:209-212.
- HOLM L.G., PULCKNETT D.L., PANCHO J.V., HERBERGER J.P. 1991. The world's worst weeds. Ed. Krieger Pub Co, 8-24.

- HOLT, J.S. AND ORCUTT, D.R. 1996. Temperature thresholds for bud sprouting in perennial weeds and seed germination in cotton. *Weed Science*. 44, 523-533.
- HOROWITZ M. 1972. Growth, tuber formation and spread of *Cyperus rotundus* L. from single tubers. *Weed Research* 12, 348-363.
- HOROWITZ M., 1965. Data on the biology and chemical control of the nutsedge (*Cyperus rotundus*) in Israel. *PANS (Pest Artic. News Summ)* 11(4): 389-416.
- JANGAARD N. O., SCKERL M. M., SCHIEFERSTEIN R. H. 1971. The role of phenolics and abscisic acid in nutsedge tuber dormancy. *Weed Sci.* 19: 17-20.
- JOHNSON W. C. 2007. "An integrated system of summer solarization and fallow tillage for *Cyperus esculentus* and nematode management in the southeastern coastal plain." *Crop protection* 26(11): 1660-1666.
- KAWABATA O.Y NISHIMOTO R. K. 2003. Temperature and rhizome chain effect on sprouting of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) ecotypes. *Weed Science* Vol. 51 No. 3: 348-355.
- KEELEY P.E. 1987 Interference and interaction of purple and yellow nutsedges (*Cyperus rotundus* and *C. esculentus*) with crops. *Weed Technology* Vol. 1 No. 1: 74-81.
- KOGAN, A. M., 2000. Rain free period required by glyphosate to control purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.). *Ciencia e Investigación Agraria* 2000 Vol. 27 No. 1: 21-25.
- LÓPEZ COSME E., GONZÁLEZ TORRES R., ZARAGOZA C., LÓPOZ M. C., 1993. Combined effect of solarization and glyphosate on *Cyperus rotundus* L. control. *Proceedings of the 1993 Congress of the Spanish Weed Science Society*, Lugo, Spain, 183-187.
- LOROUGHON G. 1969 Étude morphologique et biologique du *Cyperus rotundus* L. *Cahier ORSTOM, série, Biol.* Nº 10, 19-33.
- MACUA J.I., LAHOZ I, GARNICA, J., CALVILLO S., DÍAZ E., SANTOS A. 2005. Utilización de acolchados plásticos en tomate y pimiento. *Navarra agraria* 151, 5-13.
- MACUA J.I., LAHOZ I., CALVILLO S., SANTOS A. 2011. Tomate de industria 2010. *Navarra agraria* 184, 7-14.
- MAESTRE D. 2003. Estudio de la Resistencia a herbicidas en dos malas hierbas del arroz. Proyecto fin de carrera de la Escuela Politécnica Superior de Huesca. Huesca, 113 pp.
- MAGNANI G., FILIPPI F., GRAIFENBERG A., BERTOLACCI, M. 2005. Agronomic evaluation of biodegradable mulch films. *Coture Protette* Vol. 34 No. 1 pp. 59-68
- MAHMOOD, A. Y CHEEMA, Z.A. 2004. Influence of sorghum mulch on purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.). *International Journal of Agriculture and Biology* Vol. 6 No. 1.: 86-88.

- MARTÍN-CLOSAS L., PELACHO A.M. 2004. Los acolchados biodegradables como alternativa a los acolchados de papel y de polietileno en un sistema de producción ecológica de tomate. Comunicaciones VI Congreso SEAE. Almería. 1559- 1572
- MATLOOB A., KHALIQ A., FAROOQ M., CHEEMA Z. A. 2010. Quantification of allelopathic potential of different crop residues for the purple nutsedge suppression. Pakistan Journal of Weed Science Research, 16, 1,1-12.
- MILES J.E., NISHIMOTO R. K., KAWABATA O. 1996. Diurnally Alternating Temperatures Stimulate Sprouting of Purple Nutsedge (*Cyperus rotundus*) Tubers. Weed Science Vol. 44 No. 1 pp. 122-125.
- MISRA, L. P. 1970 Sprouting of nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) in relation to hydrogen-ion-concentration. Indian Journal of Weed Science 1970 Vol. 2 No. 2 pp. 90-96.
- MORALES-PAYAN P., STALL W., SHILLING D., CHARUDATTAN R., DUSKY J., BEWICK T. 2003. Above and belowground interference of purple and yellow nutsedge (*Cyperus* spp.) with tomato. Weed Science 51(2):181-185.
- MORENO M., MORENO A., MANCEBO I., VILLENA J. 2006. Materiales de acolchado en cultivo de tomate. Horticultura internacional 52, 10-18.
- NEESER C., AGUERO R., SWANTON C.J. 1997. Survival and dormancy of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) tubers. Weed Science, 45:784-790.
- NISHIMOTO R.K. 2001. Purple nutsedge tuber sprouting. Weed Biology & Management 1, 203–208.
- NISIM R., FILIN S., EIZAENBERG H. 2011. Temperature-and Radiation-Based Models for Predicting Spatial Growth of Purple Nutsedge (*Cyperus rotundus*). Weed Sciencie, 59:476-482.
- NUEZ F. 1995. El cultivo del tomate. Ed. Mundiprensa, Madrid, 793 pp
- NYAHOZA, F.1973 Studies of the biology of *Cyperus rotundus* L. Early growth and vegetative reproduction strategy. East African Agricultural and Forestry Journal Vol. 39 No. 1 pp. 120-129.
- OERKE E.C. 2006. Crop losses to pests. Journal of Agricultural Science 144, 31–43.
- OFICINA DEL REGANTE. <http://servicios.aragon.es/oresa/> Fecha de consulta: varios días.
- PALMER R.D., PORTER W.K. 1959. The metabolism of nut grass. Weeds 7: 481-489.
- PATTERSON, D.T. 1998. Suppression of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) with polyethylene film mulch. Weed Technol. 12, 275–280.
- PUJADAS A., HERNÁNDEZ J.E. 1988. Concepto de mala hierba. ITEA 75,47-56.

- QUEZADA MR, MUNGUÍA J, DE LA ROSA-IBARRA M., SÁNCHEZ-VALDEZ S., RODRIGUEZ JG. 2000. Comportamiento de películas plásticas fotodegradables para acolchado de suelo en la producción de tomate. *QYTON* 68, 11-20.
- RAHNAVAR A., ZOHEIR Y. A., RAHBARI A., SADEGHI S. 2010. Effect of different herbicides on control of purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.) Pak. J. Weed Sci. Res. 16(1): 57-66.
- RAO J. 1968. Studies on the development of tubers in nutgrass and their starch content at different soil depths. *Madras Agricultural Journal* 55(1):19-23.
- RECASENS J., CONESA J.A. 2009. Malas hierbas en plántula: guía de identificación. Ed. Universitat de Lleida. 454 pp.
- RODRÍGUEZ N., LAZO, J. V. 2008. Effect of light intensity on growth of purple nutsedge (*Cyperus rotundus* L.). *Revista Científica UDO Agrícola* Vol. 8 No. 1 pp.:52-60
- RODRIGUEZ R., TABARES J.M., MEDINA J.A. 1997 El cultivo moderno del tomate. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 257 pp.
- ROGERS H. H.; RUNION G. B.; PRIOR S. A.; PRICE A. J.; TORBERT H. A.; GJERSTAD D. H. 2008. Effects of elevated atmospheric CO₂ on invasive plants: Comparison of purple and yellow nutsedge (*Cyperus rotundus* L. and *C. esculentus* L.). *Journal of Environmental Quality*. 37(2). MAR-APR 395-400.
- ROTTEVEEL A.J.W., NABER H. 1993. Decline of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) when tuber formation is prevented. *Proc. Brighton Crop Prot. Conf. Weeds* 1:311-316.
- SEMENA. <http://www.semena.org/sort/tomato1/perfectpeel-e.htm> Fecha de consulta 22-01-2012.
- SHOGREN R.L., ROUSSEAU R.J. 2005. Field testing of paper/polymerized vegetable oil mulches for pulp enhancing growth of eastern cottonwood trees for pulp *Forest Ecology and Management* 208: 115–122.
- SYNGENTA. <http://www.laguisata.com> Fecha de consulta 12-04-12.
- SMITH, E.V., FICK, G.L. 1937. Relation of the life history of nutgrass, *Cyperus rotundus* L, to possible methods of control. *J. Am. Soc. Agron.* 29: 1007-1013.
- STOLLER E.W., SWEET R.D. 1987. Biology and Life Cycle of Purple and Yellow Nutsedges. *Weed Technology*. Volume 1: 66-73.
- STOLLER, E.W. 1973. Effect of minimum soil temperature on differential distribution of *Cyperus rotundus* and *C. esculentus* in the United States. *Weed Res.* 13:209-217.
- STOLLER, E.W. 1981 Yellow nutsedge: A menace in the Corn Belt. *U.S. Dep. Agric. Tech. Bull.* pp 16-42.

- TEO, C. K. H.; BENDIXEN, L. E.; NISHIMOTO, R. K. 1973. Bud sprouting and growth of purple nutsedge altered by benzyladenine. *Weed Science* Vol. 21 No. 1: 19-23.
- THOMAS J.E., OU L.-T., ALLEN L.H.JR., VU, J.C. , DICKSON D.W. 2009. Nematode, fungi, and weed control using Telone C35 and colored plastic mulches. *Crop Protection* 28: 338–342.
- THULLEN R. J., KEELEY P. E. 1975. Yellow nutsedge sprouting and resprouting potential. *Weed Science* Vol. 23 Nº. 4 pp. 333-337.
- TRAVLOS I.S., ECONOMOU G., KOTOULAS V.E. , KANATAS P.J. , KONTOGEORGOS A.N. , KARAMANOS A.I. 2009. Potential effects of diurnally alternating temperatures and solarization on purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) tuber sprouting. *Journal of Arid Environments* 73:22–25.
- TRIPATHI, R.S. 1969. Ecology of *Cyperus rotundus* L. *Proc. Nat. Acad. Sci., India* 39: 140-142.
- WEBSTER T.M. 2005. Mulch type affects growth and tuber production of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) and purple nutsedge (*Cyperus rotundus*). *Weed Science* 53, 834–838.
- WILLIAMS R.D. 1982. Growth and reproduction of *Cyperus esculentus* L. and *Cyperus rotundus* L. *Weed Research* 22, 149–154.
- WILLS, G.D. 1998. Comparison of purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) from around the world. *Weed Technology* 12, 491–503.
- YANDOC C.B., ROSSKOPF E.N., PITELLI R.L.C.M, CHARUDATTA, R. 2006. Effect of selected pesticides on conidial germination and mycelial growth of *Dactylaria higginsii*, a potential bioherbicide for purple nutsedge (*Cyperus rotundus*), *Weed Technology* 20(1): 255-260.
- ZARAGOZA C. 1994. Las coberturas del suelo, aplicaciones en frutales. *Hortofruticultura*. Mayo, 60-62.
- ZARAGOZA C., AIBAR J., BORJA M., CAVERO J.M, LÓPEZ C., MONTSERRAT A., SAAVEDRA M. TABERNER A, TIEBAS A. 1994. La juncia (*Cyperus rotundus* L.). Malas hierbas. Informaciones técnicas. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. 8 pp.
- ZARAGOZA C., CIRUJEDA A. 2005. Integración de sistemas no químicos en la lucha contra la resistencia de malezas. Seminario-Taller sobre resistencia a herbicidas y cultivos transgénicos INIA Uruguay-FAO-INIA España, 1-7.
- ZARAGOZA C., OCHOA M.J., AIBAR J., SOPEÑA J.Mª. 2000. Nombres comunes de malas hierbas en Aragón. Congreso de Botánica en homenaje a Francisco Loscos. IET Teruel, 111-120.